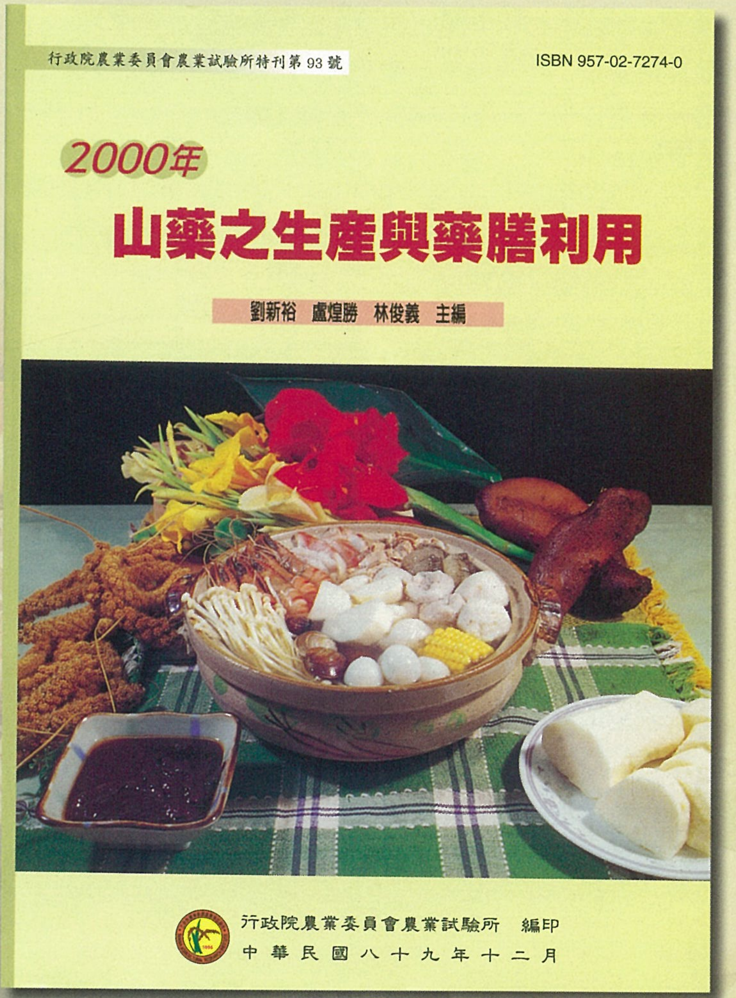
新書介紹

◎圖/文　農藝系劉新裕

山藥為薯蕷科(Dioscoreaceae)薯蕷屬(Dioscorea)多年生蔓性根莖類植物，可供食用、藥用或保健利用，具高產及富含營養之特色，為本所發展之重點作物之一。多年來，本所即不斷進行山藥種原之引進、繁殖、評估與篩選工作，同時進行篩選品系之觀察、比較、特性調查、區域試驗、品質分析、病蟲害防治、栽培技術提昇與多元化產品之開發等研究。本所曾於1998年出版「山藥之生產與食譜」，書內介紹山藥精緻點心與小吃、精緻名菜、藥膳與生食食譜共計40道；如今更進一步針對山藥素食類藥膳、葷食類藥膳以及新鮮果菜汁生機飲食法，編印總計71道食譜之「2000年山藥之生產與藥膳利用」一書，供大家參考利用，尚祈各界專家學者及先進們不吝指正。



ISSN 1017-0863
GPN: 2007900008
定價：NT$20元

ISSN 1017-0863

技術服務

- 二十一世紀的新興科學—生物資訊學
- 梨齒盾介殼蟲
- 蕹菜青枯病之發生及其特性
- 唐菖蒲台農一號之育成
- 巴西洋菇木屑栽培

45
90年3月出刊

發行單位：行政院農業委員會農業試驗所

封面說明：

本所新研發推廣之食用菇「雪耳」是優於白木耳之清涼滋補聖品。

◎圖/文　植病系吳寬澤

出 版 者／行政院農業委員會農業試驗所
發 行 人／林俊義
總 編 輯／陳炳輝
執行編輯／楊舜臣、陳盈佑
地　　址／台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號
網　　址／http://www.tari.gov.tw
電　　話／(04)23302301
展售書局／
三民書局／台北市重慶南路一段62號　(02)23617511
正中書局／台北市衡陽街20號　(02)23821394
五南文化廣場／台中市中山路2號　(04)22260330
新建圖書廣場／彰化市光復路177號　(04)7252792
青年書局／高雄市青年一路141號　(07)3324910
承 印 者／榮裕實業股份有限公司
台中市南區大慶街二段20號
電話：(04)22624469 · 22618008
定　　價／NT 20 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄
GPN: 2007900008
ISSN: 1017-0863　　NT$20

<農業新知>
01　二十一世紀的新興科學—生物資訊學 ——— 呂秀英　呂椿棠　魏夢麗　陳烈夫

<應用動物>
07　梨齒盾介殼蟲 —— 陳淑佩　周樑鎰

<植物病理>
12　蕹菜青枯病之發生及其特性 ——— 許秀惠　黃晉興　林俊義

<園藝作物>
15　唐菖蒲台農一號之育成 ——— 戴廷恩　蕭吉雄

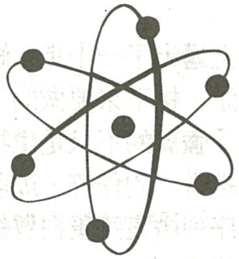
<園藝作物>
18　巴西洋菇木屑栽培 ——— 吳寬澤

<農業化學>
21　植物營養與土壤診斷施肥推薦工作之重要性 —— 王鐘和　林毓雯　黃維廷　張愛華　林木連

<植物生理>
26　土壤缺水對水稻植株水分狀態之影響 ——— 黃曙香　楊純明　張惠媜　蘇慕容

<農業化學>
30　認識果膠 ——— 羅淑卿　林木連

二十一世紀的新興科學
生物資訊學



◎農試所農藝系　呂秀英、呂椿棠、魏夢麗
農場室　陳烈夫

一、前 言

無庸置疑地，資訊技術和生物技術是21世紀最具發展潛力的兩大產業。資訊技術發展甚爲快速，電腦和網際網路（Internet）並已滲透到社會生活之各個角落，成爲當今世界資訊交流的一項重要工具和手段。生物技術則從20世紀之蓄勢待發，到今日之蓬勃發展，從基因出發，對生命科學各個層次的研究，包括基因組、蛋白質組、細胞、生物複製體等將爲無數的商機打開大門。21世紀是生命科學的時代，也是訊息時代。生物資訊學（Bioinformatics）是以數學、統計理論和資訊科學的觀點、理論及方法去研究生命現象、組織和分析呈指數增長的生物資料的一門科學。生物資訊學集生命科學與資訊產業兩大本世紀最具活力的高科技領域於一體，必將大有作爲，其中的商業前景極爲可觀。生物資訊學與傳統育種方法相結合來提高動植物品種選育效率、創造遺傳育種資源、加快育種過程，將是育種界的必然發展趨勢。

二、解讀「生命天書」

隨著人類基因組計畫的實施，破解人類及多種模式生物的遺傳密碼已成爲生物學領域的重要學科。基因組（genome，或稱基因體）是生物體所有基因的總和。所有生物的遺傳密碼都藏在DNA（去氧核糖核酸）裡。DNA已被證明是遺傳的基本物質。它以四個字母（A、C、G、T）的密碼形式，建構了生命奧秘的藍圖。在人的每個細胞中，包含人類全部遺傳訊息的24條染色體（22對體染色體及X,Y性染色體）的DNA，就是由30億個這四種不同鹽基組成；遺傳訊息的秘密，就在於這四種鹽基的有序排列。基因在細胞中以DNA雙螺旋鏈的形式存在，把DNA拉直來看，就像一串很長很長的由四個字母組成的無聊文字：-A-G-T-A-A-C-G-C-T-T-A.....，這序列在適當的時候被解碼翻譯，然後細胞按照其所提供的資訊和指令來拼裝特定的蛋白質，這些特定的蛋白質通過和生物體內其他物質的相互作用而產生各種性狀和行爲。因此，基因是生命科學的核心與起點。我們可以將四個鹽基字母逢機排列組成的基因看成是生命的語言。

目前人類基因組大規模定序工作已接近尾聲，除此國際水稻基因組序列分析計畫所獲成果也急起直追，雖然不少媒體都使用了「破解生命之謎」、「解讀生命天書」等詞來讚揚科學界在這方面的成就，但事實上，完成基因組定序，僅僅是在破解生命之謎的道

作者：呂研究員秀英
聯絡電話：04-23302301轉125

路上邁出了一小步，艱辛而繁重的研究還在後頭。接下來要做的工作是所謂後基因組時代（強調的不只是生物科技，而且是跨領域的結合）的任務，即收集、整理、檢索和分析序列中表達蛋白質結構與功能的訊息，找出規律。

比方來說，構成英語的基礎是26個字母，這些字母構成單詞、句子乃至文章。從單字到文章，在不同層次上，它們都或多或少含有「訊息」。但將這26個字母胡亂排列，就不可能含有任何訊息，而只是堆「文字垃圾」。人類基因組計畫就是測定全部30億個鹽基的排列次序。以每個鹽基作為一個字母來印刷，就相當於印刷3,000本每本1,000頁每頁1,000字的「天書」！完成定序，只不過是我們打開了這本天書，但我們仍然不能讀懂它，這裡面包含的訊息太大了。我們必須在從這些定序字母中，解讀出哪些字母可以組成有意義的「實詞」，而哪些可能是「虛詞」，以甚麼樣的文法組成有意義的句子和段落，裡面包含哪些標點符號，最終組成一篇孕育和傳遞生命的宏文鉅著。所以要從基因組的全部鹽基序列獲得完整的遺傳訊息，還有漫長的路要走，而唯有掌握這些訊息，才算學會了「遺傳語文」，讀懂了這本「天書」。

三、生物資訊數據的爆炸性增長

在人類基因組解讀計畫的推動之下，決定DNA序列的實驗技術有了重大的突破，基因資料庫的資料正以指數的速率快速成長：以GCG（Genetics Computer Group）的資料庫為例，1997年8月的97-5版資料量是8.04GB，1998年3月的98-2版資料量已經膨脹到10.15GB了；而1982年12月GenBank之登錄序列有606筆，全長約68萬鹽基，到2000年6月為止，登錄序列總計7,077,491筆，全長超過86億鹽基。由於遺傳密碼的DNA是以一度空間的線性順序排列，而執行生化反應功能來維繫生命的是蛋白質，而蛋白質功能的正常與否，則是取決於三度空間的摺疊(folding)是否正確。因此除了基因序列的分析之外，另外一個重要的課題便是蛋白質的分析，包括三度空間的立體結構預測、蛋白質模組（motif）的分析與預測等。目前利用X-ray結晶繞射圖法決定蛋白質晶體結構，有同步輻射提供更強的光源；利用核磁共振決定蛋白質在液體中的結構，也有同位素標定的三維，甚至四維的光譜技術突破，於是蛋白質資料庫（例如PDB、SCOP、Swiss-Prot、PIR等）的資料量也有驚人的成長速率。

在人類的科學研究史中，這種科學資料的急速膨脹是史無前例的。面對這些巨大而複雜的資料，生物學家再也不可能用傳統的紙上作業的方法來解讀這些資料，運用電腦管理資料、控制誤差、加速分析過程勢在必行，因此結合了分子生物學、生物物理學、統計數學、資訊科學…等跨領域的專家們紛紛投入這方面的研究，整合出一個新興的研究領域－生物資訊學。

四、生物資訊學的任務及目標

簡單來說，生物資訊學是將基因組DNA序列資訊分析作為源頭，在獲得了蛋白質編碼區的資訊後並進行蛋白質空間結構模擬和預測，然後依據特定蛋白質的功能進行必要的藥物設計。因此，在後基因組研究時代，

基因組資訊學、蛋白質結構模擬以及藥物設計將是生物資訊學的三個重要組成成份。目前生物資訊學的研究範圍，大致可分為以下任務及目標：

㈠基因組相關資訊的收集、儲存、管理及提供：建立資料庫是儲存基因組相關資訊的重要步驟，目前在網際網路上最常被檢索利用的資料庫有GenBank（美國）、EMBL（歐洲分子生物研究室聯盟）和DDBJ（日本）之全球三大DNA資料庫，以及PDB、PIR等蛋白質資料庫。將龐大的原始資料依其不同的特性予以加工，而建構出加值資料庫，不但能替使用者先處理大量資訊及進行分析計算以節省資源，同時讓使用者能集中心思解決問題而非學習使用電腦，更重要的是專業人員注入的知識會對使用者有很大的幫助。著名的二級資料庫有蛋白質結構分類資料庫(SCOP)、受體資料庫、複製載體資料庫等。而資訊整合則仰賴網際網路讓使用者和資料庫間能迅速有效地傳遞及更新資訊。透過各種資料庫的檢索和連結，對基因和蛋白質間的關係，以及各種蛋白質的機能等，可以充分且有效地被解析及探討。

㈡新基因的發現與鑑定：表現序列標幟（expressed sequence tag, EST）是從基因截錄表現的短cDNA序列，它們攜帶著完整基因某些片段的資訊。由於EST序列中包括了大量未發現的人類基因資訊，因此如何利用這些資訊發現新基因成了近幾年的重要研究課題。另外，從基因組DNA定序資料中確定編碼區的方法研究，最近也有一些新方法出現，例如考慮高維分布的統計方法、神經網絡方法、分形方法等。利用密碼學方法用於識別編碼區，也獲得不錯的結果。

㈢非編碼區資訊結構分析：非編碼區（“Junk” DNA)佔據生物基因組的大部分，雖然人們還不清楚它們的作用，但從生物進化的觀點來看，這部份序列必定具有重要的生物功能。因此尋找這些非編碼區的特徵、訊息調節與表現規律是未來相當長時間內的熱門課題。另外，由於目前對於三聯體編碼方式的區分度明顯不足，故尋找新的非三聯體的編碼方式亦為生物資訊學家的重要任務之一。

㈣生物演化的研究：將物種分類進行親緣樹（phylogenetic trees，或稱演化樹）的建立是一門歷史久遠的學科，用來說明物種之間親疏遠近的關係。早期的分類原則是根據形態解剖學的知識建立起親緣樹，現在則拜分子生物學之賜，有大量生物序列資料，科學家利用多重序列排列的分析方法，建立起有分子生物學基礎的分子親緣樹。而由於蛋白質的結構決定了蛋白質的功能，因此對於蛋白質執行功能部位的三度空間結構進行比對，應該可以得到物種之間的親緣關係，並驗證以前所建構的親緣樹。

㈤完整基因組的比較研究：從越來越多的完整基因組所作的分析就能得到很多有意義的結論，例如人們就能估計最小獨立生物體至少需要多少基因才能存活，這些基因是如何使他們活起來的？具有大小相似的基因組（例如鼠和人都含有約30億個鹼基對，基因數也類似）之不同生物，為何其間差異卻如此之大，其原因何在？因此表現型差異不但應從基因、DNA序列找原

因，也應考慮染色體組織上的差異。

(六)基因組資訊分析的方法研究：發展有效地能支援大尺度作圖與預測序列的軟體、資料庫、資料庫建置工具、遠程通訊工具，才能容易地處理日益增長的物理圖、遺傳圖和序列資訊。同時改進現有的理論分析方法，並建立快速且嚴格的多序列比較方法，爲生物資訊學的當務之急。

(七)大規模基因功能表現圖譜的分析：目前基因組的研究已從結構基因組逐漸過渡到功能基因組。爲得到基因表現的功能譜，國際上在核酸及蛋白質兩層次上都發展了新技術，如DNA晶片（核酸層次）、二維凝膠電泳和測序質譜（蛋白質層次）。從數學角度來看，此並非簡單的動態系統或不確定性問題，因此需要發展新的方法和工具。所以無論是生物晶片或蛋白質組技術之發展都更強烈地依賴於生物資訊學的理論、技術與資料庫。

(八)蛋白質分子空間結構的預測、模擬及分子設計：欲了解基因的功能，要找到這些蛋白質的分子基礎，必須進一步知道它們的三維結構。同時，設計藥物也要了解相應的蛋白質受體的三維結構。近年來對蛋白質結構模式的研究有很大的進展，一般公認蛋白質的摺疊類型是有限的，目前估計爲幾百至幾千種，但這遠小於蛋白質所具有的自由度數目。同時蛋白質的的摺疊類型與其組成分和一級序列相關，這樣就有可能從蛋白質的初級訊息中確定它們的最終摺疊類型。研究一個基因組中所編碼的所有蛋白質的結構、功能及相互關係，稱爲蛋白質組學，這不僅是分子生物實驗問題，也是一個生物資訊學問題。

(九)藥物設計：傳統的藥物研製主要是從大量的天然產物，如動物、植物、微生物和合成有機、無機化合物中進行篩選。往往得到一個可供臨床使用的新藥物，其開發過程要耗費大量的金錢和時間。近年來由於結構生物學的發展，相當數量的蛋白質及一些核酸、多醣的三維結構已被精確了解，因此基於生物巨分子結構的藥物設計成爲當前的熱門課題。生物資訊學的研究不但可提供生物巨分子空間結構的資訊，還能提供電子結構以及動力學行爲的資訊，此爲天然生物巨分子的改變特性和基於受體結構的藥物分子設計提供了依據，同時由模擬結果也能瞭解生命現象的基本過程。

(十)應用與發展研究：基因組資訊學的研究成果不但具有重要的理論價值，也可直接應用到農業生產和醫療中。隨著人類基因組、水稻基因組及各種模式生物基因組的解釋，根據不同物種間的進化距離和功能基因的同源性，可以容易地找到各種家畜、經濟作物與其經濟效益相關的基因，並進而對它們按照人們的願望加以改造。而分子生物學常用的表現載體、聚合酶連鎖反應(PCR)引子及各種試劑模組的設計也必須依賴於核酸的序列資訊，故基因組資訊學提供的大量資訊爲這類技術之發展提供了廣闊的天地。

五、生物資訊學孕育著巨大的商機

生物資訊學的發展將會對生命科學帶來革命性的變革。藉助於基因資料庫的內容，經過生物資訊學對DNA和蛋白質的序列及結構進行收集、整理、儲存、發表、提取、加工、分析及研究，從大量不連貫的資訊中發現隱藏的新線索、新現象和新規律，從而找到各種有用的新基因、新蛋白和其功能。科學家便可以利用生物密碼製造出任何他們可以想像得到的生物巨分子，用來做爲藥物，可以改良動植物，增加糧食產量等，爲人類造福。它的成果不僅對生物醫學、農學、遺傳學、細胞生物學等相關基礎學科起強大的推動作用，而且還將對醫藥、分生、食品、農業等產業及環境監測產生巨大的影響，甚至引發新的產業革命。

目前各國政府、科研單位、工業界、全球各大藥廠對此皆極爲重視，莫不競相投入大量資金與人力，發展分析軟體，甚至建立自己獨有的資料庫。加值資料庫是未來生物學研究必備的工具。加工後的資訊，往往比產生這些資訊的原有的生意更有價值。迄今生物科技公司和製藥工業等以資訊爲基礎而形成公司內部的生物資訊學部門的數量與日俱增。每天都會有新的生物資訊公司及研究機構生物資訊中心產生。而歐美各國、日本及中國也都相繼成立了國家級生物資訊資料中心。當前這些生物資訊中心的發展重點及具體成果主要在於分析軟體的形成、資料庫的建立、網際網路資訊搜尋和導航系統等各方面。它爲生物產業提供資料和訊息服務。通過網際網路，爲客戶提供有償服務是生物資訊學商業化模式的一種。例如美國最有名的Celera公司在網路上進行基因資料的收費查詢和分析就是一個例子。生物資訊學產業的價值在1998年已經達到18億美元，而到2002年估計可增長至2000億美元以上，這是目前任何國家政府的科技決策者都不能視而不見的。美國將考慮批准投資160億美元，在美國建立5至20個生物資訊學中心。

美國衛生部研究計畫審查委員兼范德堡大學醫學院癌症中心生物統計主任石瑜指出，生物資訊自1991年出現至今，不到十年時間，但卻因人類數以萬計的基因組，需要大量資訊統計與機率分析，歐美各國都已起步發展中，他認爲，臺灣電腦軟體與系統已建立基礎，生物資訊統計產業是不錯的發展方向。

六、培育生物資訊人才為當務之急

生物資訊學的特點是投資少、見效快、效益大，適合於我國的現實條件。關鍵在於有關學科之間的密切合作和加速培養生物資訊專業人才。這樣的人才當前全世界都十分缺乏。生物資訊學是跨多學科的學問，涉及生物、數學、統計、物理、化學、資訊科學等傳統領域，目前尙處於初期發展的階段，還是一個相對較新的領域，因而大部分教育機構仍未將其列入常規課程中。而伴隨著生物資訊機構的快速增長，生物資訊學人才將成爲搶手貨。國際上生物資訊人才的需求愈來愈大，供不應求的情況也會持續。再不改進，缺乏生物資訊學人才將是發展基因科技的主要瓶頸之一。符合資格的生物資訊人才需要經過長時間的適當培訓才可達到，但爲緩不濟急，絕大多數生物資訊中心正積極從資訊管理、生物統計及生命科學等相關學科之學術界徵募人才，以尋求有能力的替代人手。這是因爲生物資訊的取得、收集、整理、除錯、建檔和分析都需要相當能力的生物統計及資訊處理人才。

目前我國已認識到生物資訊學的重要性，各研究單位及政府機關也開始積極投入這個新興領域，陸續組成跨領域的研究群，像是國家衛生研究院、中央研究院、台北榮

• 農業新知 •

民總醫院教研部、國家高速電腦中心、陽明大學、清華大學、臺灣大學生物技術研究中心等都設有生物資訊網站，並紛紛開設了生物資訊學課程及培訓班。國科會也自2000年起對外公開徵求生物資訊學研究計畫，希望能經由該會的推動，使得我國生物科技的發展能在國際上佔有先機，並儘快培養國內生物資訊的研究及相關人才。但與國外相較，我國科研單位投入生物資訊學領域的研究人員仍嚴重不足，這主要是缺乏系統教育，故成效甚微。國內的生物統計學專家爲數不多且零星散佈於各大學與研究單位之中，大部分所從事的都是生物統計理論研究與教學，眞正應用在生物統計諮詢及實務操作的研究者屈指可數，因此如何充分發揮現有少數人才和單位的潛力，優勢互補，讓更多研究工作者加入生物資訊學的領域共同打拼，是刻不容緩之事。而具體的辦法應該朝向「生物統計與資料處理中心」或「生物資訊中心」的整體架構進行，設置一常態性的「研究服務」支援單位，如此才能在國際上搶得目前最熱門的市場。對從事研究服務的研究人員，如生物統計學家更應賦予必要的支援。

對生物統計學家而言，迎接21世紀新科技蓬勃發展的時代，自有其不可抗拒的使命，但也應對自己所扮演的角色做一番自我調適，除了本身的數理背景及獨立執行資料分析能力以外，更需要有基本的生物醫農背景，同時必須擁有電腦資訊、資料庫及資料處理的理論及實際操作能力。而生物醫農專家在展望生物統計專家在對生物資訊的可能具體貢獻之前，也應有一前瞻性的瞭解：統計分析絕非一般技術性的例行性工作，由於生物科技是一項必須投入相當人力、物力與財力的浩大工程，試驗計畫事前的謹愼評估、試驗設計和資料收集的方法與步驟研擬、試驗結束後的資料處理與分析，以及最後結果的解釋等，都是研究者必須借重生物統計專家的地方。否則浪費了許多無謂的資源去做了一些可能沒有結果的研究，是非常可惜的。單打獨鬥、關起門來做研究的時代應該已經過去，唯有接受「研究合作」的觀念，才能使生物醫農研究的推展更順利。

七、參考文獻

李曉、雷波。1999。生物信息學理論及農業應用的發展趨勢。西南農業學報 12（增刊2）：32-35。（中國）

陳潤生。1999。當前生物信息學的重要研究任務。生物工程進展 19(4)：11-14。（中國）

輕部征夫。2000。生物情報學。技術 と經濟 399：16-29。（日本）

趙雅婷。2000。生物資訊學之發展與應用。近代作物科學發展研討會論文集，pp20-27，臺灣大學農藝系，台北，中華民國。

Attwood, T. K. and D. J. Parry-Smith. 1999. Introduction to Bioinformatics. Addison Wesley Longman Limited, UK, 218P.

Gershon D., B. W. Sobral, B. Horton, P. Wickware, H. Gavaghan and M. Strobl. 1997. Bioinformatics in a post-genomics age. Nature 389: 417-422.

Ouzounis, C. 2000. Two or three myths about bioinformatics. Bioinformatics 16: 187-189.

Ruediger, N. 1996. Bioinformatics: New frontier calls young scientists. Science 273:265.

梨齒盾介殼蟲

(*Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881))

◎農試所應動系　陳淑佩　周樑鎰

梨齒盾介殼蟲屬於同翅目介殼蟲總科介殼蟲科，對於果樹及觀賞林木的爲害，除造成其外觀受損而降低商品品質外，由於其生活隱蔽、主要行孤雌卵胎生、寄主眾多、被害植株因耐害性較強或立地環境較佳而長期存活以致蟲源幾乎到處存在及侵入適合的環境後，族群即可得穩定的發展等特性，更增防治此蟲的困難。隨著國際間貿易及交通的發達，此類檢疫害蟲入侵機率大增，故簡介梨齒盾介殼蟲之生態及防治等基本資料以作爲訂定檢疫政策及第一線檢疫人員之參考。

中 文 名：梨齒盾介殼蟲、梨圓盾蚧、梨笠圓盾蚧、樹虱子。

學　　名：*Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881)。

分類地位：同翅目(Homoptera)，介殼蟲總科(Coccoidea)，盾介殼蟲科(Diaspididae)。

英 文 名：san Jose scale, California scale, Chinese scale。

一、寄主植物

梨齒盾介殼蟲食性複雜，其寄主涵蓋多種落葉果木及綠化植物，如柯子屬植物、山楂、溫桲、山毛櫸、樺木、角樹、榕樹、紫菀科植物、鐵線蓮、楊、柳、牡丹、攀藤、伏牛花、水仙花屬植物、核桃、裝飾用蘋果種類、白楊屬植物、核果、梨、紅醋栗、玫瑰、榆樹、葡萄、刺槐、楓科植物、花楸樹果實、衛矛、水臘樹、山櫻花、桑椹樹、黑莓、藍莓、柳木、山梨樹、雪漿果、丁香花、菩提樹、草莓、蘋果、柑橘、銀杏、西洋杉、絲柏、杜松屬、落葉松屬植物、虎尾縱屬植物、松樹、北美松科常青樹、稷、蘆薈、蘆筍、百合、牛尾屬植物、絲蘭屬植物、曇華、楊梅屬植物、山胡桃、榿木、醋栗、櫻核、李、杏仁果、桃、杏、橄欖、海棠、紅棗、柿等多達100多種之寄主植物。

二、地理分布

梨齒盾介殼蟲據記錄原產於中國大陸，隨交通運輸及其他人爲等因素的傳播及擴散先傳入美國及擴及歐洲、非洲、大洋洲及亞洲其他國家。迄今已經確定的地區包括歐洲之阿爾巴利亞、奧地利、保加利亞、克羅埃西亞、前蘇聯共和國、法國、德國、希臘、匈牙利、挪威、羅馬尼亞、斯洛文尼亞、義

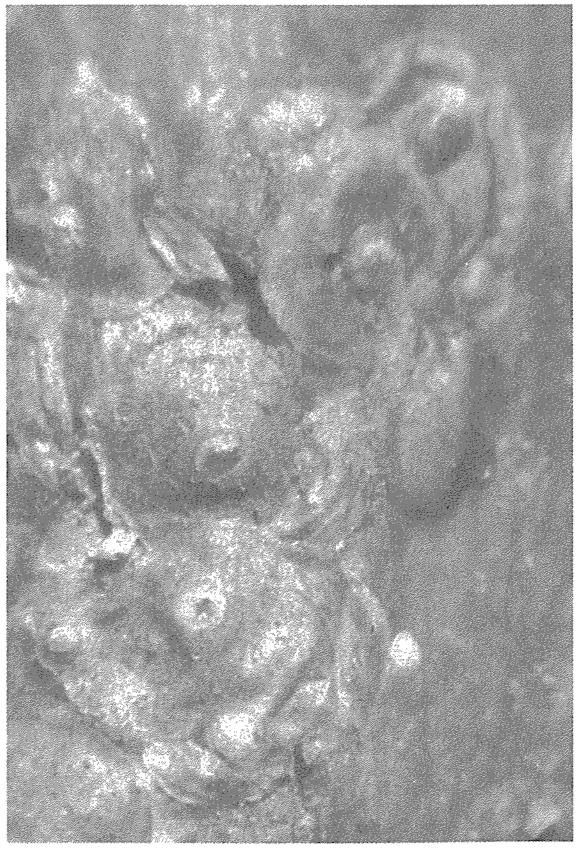
作者：陳助理淑佩
聯絡電話：04-23302301轉633

大利、馬德拉島、葡萄牙、西班牙、瑞士、烏克蘭、楊格斯拉夫（另於比利時、丹麥、波蘭曾出現此蟲而現今已滅絕）；亞洲地區之阿富汗、亞塞拜然、印度、中國大陸、台灣(新記錄)、喬治亞共和國、伊朗、伊拉克、日本、哈薩克、韓國、尼泊爾、巴基斯坦、土耳其、烏茲別克斯坦(葉門曾出現此蟲而現今已滅絕)；非洲之阿爾及利亞、摩洛哥、南非、突尼西亞、辛巴威；西半球之加拿大、美國、墨西哥、阿根廷、巴西、智利、玻利維亞、厄瓜多爾、烏拉圭、巴拉圭、祕魯、委內瑞拉；大洋洲之澳洲、紐西蘭、加羅林群島(OEPP/EPPO, 1998)。

三、生物學及生態學

梨齒盾介殼蟲具兩性生殖及孤雌卵胎生(ovoviviparous)之生殖方式，以孤雌卵胎生爲主。依寄主植物及地理分佈不同，年發生1-5世代，其發育期間約45-80天。多以1齡若蟲及極少數雌成蟲附著於寄主植物枝幹裂縫處進行越冬，據研究報告指出，1齡若蟲具較強的耐寒性，約20%之1齡若蟲在-30℃仍可存活。一般而言，1齡若蟲的發育臨界値爲7℃，以7.3℃爲例，第1世代之有效積溫値約500日-度，第2世代之有效積溫値爲770日-度。梨齒盾介殼蟲之越冬期結束於2-4月，其越冬之1齡若蟲爬行至適合位置固著後，旋即蛻皮成2齡若蟲並分泌蠟質覆蓋體分泌蠟質覆蓋體背，此時期可藉由介殼形狀區分雌(圓形)雄(長橢圓形)若蟲。溫溼度對剛1齡若蟲影響大，高溫乾燥或高降雨量常造成蟲體大量死亡；第2齡期10-12天後進入雌蟲第3齡若蟲期及雄蟲的前蛹期，此時期6-10天後進入雌蟲第4齡若蟲期及雄蟲的蛹期，4-5天後變成雌成蟲及具微弱飛行能力的雄成蟲並進行交尾，雌成蟲在產卵期可產下70-100個卵。一般而言，除1齡若蟲及雄成蟲具移動能力外，其他齡期及雌成蟲皆行固著爲害，其空間分佈在若蟲爲聚集分佈型，雌成蟲在林中呈片狀分佈。

圖一、雌成蟲介殼



圖二、雄介殼橢圓形

四、偵測與鑑定

㈠危害徵狀

梨齒盾介殼蟲若蟲及雌成蟲固著於寄主植物的枝條、葉柄、葉背或果實爲害。受害後植物枝條常呈深灰色而果實常造成凹陷、龜裂、在蟲體介殼周圍呈1圈紅暈，蟲體過多時則呈一大片紅色的徵狀。

㈡形態

若蟲：剛孵化若蟲從雌成蟲體內爬出，體呈乳黃色橢圓形，長0.25-0.27mm，寬0.18-0.19mm；觸角5節；足發達具爬行能力；腹末具1對白色長尾毛。1齡若蟲蛻皮後進入2齡並行固著生活並分泌灰白色圓形介殼，其圓形介殼直徑爲0.65-0.9mm，足及觸角皆退化，體形與雌性成蟲相似，黑色；雄若蟲體形與介殼至2齡呈長橢圓形，其直徑爲0.25-0.4mm。

雄蛹期：預蛹呈梭形，橘黃色；形成觸角、足及翅芽；眼點紫色。再次蛻皮後變成蛹，可見觸角、足、體節的分節情形及明顯的翅芽；眼點黑色，體長0.6-0.8mm，寬約0.25mm。

成蟲：雌成蟲體卵圓形，長0.8-1.4mm，顏色爲乳黃至鮮黃色，其介殼爲圓形、直徑1.2-1.64 mm，隆起，灰白色或灰褐色，臀板褐色。雄介殼橢圓形、長0.6-1.0 mm，色澤與質地與雌介殼相同。

相近種類：梨齒盾介殼蟲須製成玻片後才能進行種的鑑定工作，而此害蟲常與其他盾介蟲區分如桑擬輪盾介殼蟲(*Pseudaulacaspis pentagona* (常與梨齒盾介殼蟲混生於危害植株上，其雌成蟲外型相似而不易區分，必須製成玻片標本以圍臀板孔(perivulvar pores)群有無決定是否爲梨齒盾介殼蟲，而雄成蟲介殼背面以不具3條縱脊線與桑擬輪盾介殼蟲雄蟲可明顯區分。此外，梨齒盾介殼蟲卵胎生及以1齡若蟲越冬的生物學習性亦可與其他種類加以區分。

㈢調查方法

受梨齒盾介殼蟲感染嚴重之地區，可在樹幹上發現灰褐色之介殼密布；受害較輕之地區則必須將樹幹上呈現紅色圓暈形狀所在介殼帶回實驗室以解剖顯微鏡鏡檢以確定有無梨齒盾介殼蟲存在。有時梨齒盾介殼蟲在寄主植物常呈點、片狀的危害，一株樹上僅少數枝條嚴重受害外，其餘枝條有時並無發現蟲體，可利用性費洛蒙或白色黏板吸引其雄蟲之特性，應用於田間的偵測工作以了解其族群動態。

五、移動及分散方式

梨齒盾介殼蟲1齡若蟲爬行以擴展其領

域，其移動距離約爲1.5-2.0m。除此外，亦可借由風力、鳥類、大型昆蟲及農耕器具遷移至其他地區。

六、害蟲重要性

㈠經濟上的影響

梨齒盾介殼蟲若蟲及雌成蟲固著於寄主植物的枝條、葉柄、葉背或果實爲害並使樹勢衰弱，晚發芽甚至幼苗受害時，極短時間內往往造成苗木大量枯死。而受害後之果實常造成凹陷、龜裂、在蟲體周圍呈1圈紅暈，蟲體過多時則呈一大片紅色而降低其商品價值。此外，此害蟲入侵新地區後往往寄主植物因無適宜之防治方法而造成嚴重危害如以3、4、5年生受此害蟲爲害的楊樹爲例，每畝木材損失分別爲10.8%、39.7%、58.2%及不易滅絕而成爲當地區害蟲之生物特性，更增加其經濟重要性。

㈡防治方法

1.耕作防治法

因梨齒盾介殼蟲具危害苗木造成大量枯死的特性，故耕作防治法首重於栽種前須檢測苗木是否帶此害蟲。種植作物期間，砍伐受害嚴重之枝條及清洗受輕微感染之樹幹將有助於施用化學藥劑之功效。此外，寄主植物附近的植物亦可能爲此害蟲之寄主，須適時的檢修，以避免成爲害蟲再感染之來源。

2.育種防治

迄今無抑制此害蟲取食之品種，但在多種果樹上如梅李可利用同時具忍受性及無商品價值之品系以減少損失。

3.生物防治法

梨齒盾介殼蟲具許多捕食及寄生性天敵如蚜小蜂科中的*Ablerrus clisiocampae* (Ashmead)、*Ablerus kashmirensis* Narayan-an、*Anthemus affinis* Prinsloo & Neser、*Aphytis aonidiae* Mercet、*Aphytis diaspidis* (Howard)、*Aphytis melanostictus* Compe-re、*Aphytis mytilaspidis* Le Baron、*Aphytis proclia* Walker、*Aphytis vandenboschi* BeBach & Rosen、*Encarsia aurantii* (How-ard)、*Encarsia citrina* Craw、*Encarsia fasciata* Malenotti、*Encasia perniciosi* Tower、*Marietta carnesi* (Howard)、*Mar-ietta mexicana* (Howard)、*Pteroptrix chinensis* (Howard)、*Teleterebratus perversus* Compere & Zinna；黃金蚜小蜂科中的*Azotus dozieri*、*Azotus perspeciosus*(Girault)、*Coccophagoides murtfeldtae* (Howard); 跳小蜂科中的*Coccidencyrtus steinbergi* Howard、*Comperiella bifasciata* Howard、*Euussuria shutovae* Trjapitin、*Habrolepis aspidioti* Compere、*Thom-sonisca pallipes* Chumakova、*Thomsonisca shutovae* Triapitzin、*Thomsonisca typical* Mercet、*Hemisarcoptes malus* Ashmead。此外，捕食性天敵以鞘翅目瓢蟲科居多， 如*Chilocorus bisugus* Mulsant、*Chilocorus circumdatus* (Gyllenhal)、*Chilocorus geminus* Zaslavskij、*Chilocorus infernalis*、*Chilocorus kuwanae* Silvestri、*Chil-ocorus nigrita* Mulsant、*Chilocorus renipustulatus* (Scriba)、*Chilocorus similes* Rossi、*Chilocorus stigma* (Say)、*Chrysopa orestes*、*Coccidophilus citricola* Berthes、*Coccinella septempunctata* Linne、*Exochomus uropygialis*、*Pentilia insiosa* Mulsant、*Pharoscymnus flexibilis*、*Rhyzobius lophanthae*、*Scymnus gracilis*(Scymnus)、*Sticholotis madagassa*、*Sticholotis marginalis*；半翅目中的*Orius insidiostu* (Say)；膜翅目蟻科之*Cremato-gaster subdentata*；*Cybocephalus fodori*；*Cybocephalus gibbulus*等，故除新入侵的地區外，在天敵的作用下，無明顯危害。如舊北區以*Encasia perniciosi* Tower對此害蟲進行生物防治爲例，在不施用對寄生蜂具毒效之藥劑及釋放捕食性天敵爲輔助的情形下，害蟲族群可維持在經濟危害臨界值之下。

4.化學防治法

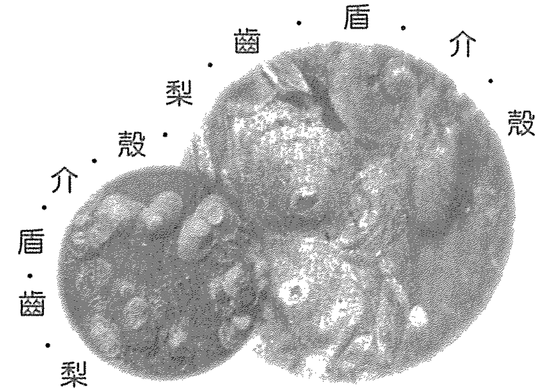
種苗的燻蒸可避免此害蟲早期感染，如用16-36℃處理2小時或在4℃以上以6g/m³氰酸(Hydrogen cyanide) 、fostoxin或溴化甲烷(methylbromide)對球根或接穗加以燻蒸0.5小時爲主或以鈷六十照射及休耕時期地區進行夏油的噴灑以防治此害蟲可能隱蔽其中。一些化學藥劑如有機磷劑(phosphororganics)、除蟲菊劑(pyrethroids)、carbamates及生長調節劑如青春激素(juvenoids)和幾丁質抑制劑(chitin inhibitors)等對此害蟲具防治功效。

㈢植物檢疫風險

梨齒盾介殼蟲之寄主植物種類繁雜，其危害程度依地區及寄主植物而異。但對於新侵入地區且以往歐洲及地中海地區植物保護組織(EPPO)中被列爲A_2檢疫害蟲，但隨著此害蟲分佈越廣及入侵新地區後往往常因無適宜之防治方法而造成嚴重危害及不易滅絕而成爲當地區害蟲的特性，迄今雖無制定經濟危害臨界值，但一些已分佈的國家如匈牙利仍將檢疫臨界值界定在輸入物果品中不得超過5%果品受此蟲感染。

七、植物檢疫方法

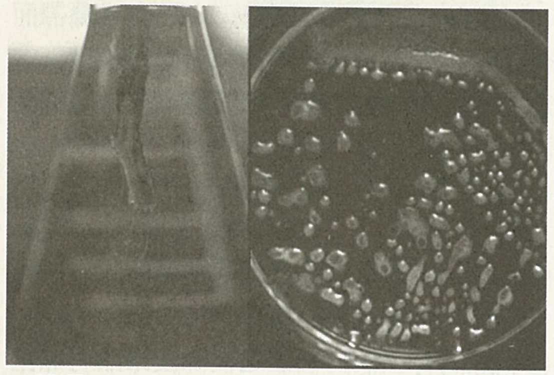
爲防止梨齒盾介殼蟲因人爲方式攜帶而傳播，必須在進出口時於海關處驗收檢疫處理證明文件，其內容主要是根據EPPO所建議，利用16-36℃處理2小時或在4℃以上以6g/m³氰酸(Hydrogen cyanide)對球根或接穗加以燻蒸0.5小時，果品則利用鈷六十放射處理、熱處理等爲主以杜絕攜帶害蟲的可能性。此外，進行檢疫檢查，一般而言，檢視已記錄的寄主植物種類之枝條及果品有無呈現紅色圓暈形狀所在介殼，當發現有上述徵狀時須帶回實驗室以解剖顯微鏡鏡以確定有無此害蟲爲檢查的重點。



· 應用動物 ·

蕹菜青枯病
之發生及其特性

◎農試所植病系　許秀惠、黃晉興、林俊義



◀青枯病菌在TTC上之菌落型態

▲菌泥

一、前　言

蕹菜屬蔓性一年生之熱帶草本植物，耐熱、耐濕且生長迅速，病蟲害少，適合水生、半水生或露地栽培，主要栽培於台北、桃園、台中、彰化、南投、雲林、嘉義、台南及屏東等縣市，全台栽培面積約爲2000多公頃，爲臺灣夏季重要蔬菜之一。

二、水蕹菜萎凋病發生緣由

民國88年4月，大里地區種植之水蕹菜大量發生植株萎凋死亡現象，經大里農會商請相關人員會勘，探討造成水蕹菜植株萎凋死亡之因，推測可能是鄰近工廠排放廢水污染所致。隔年春末同樣問題再度發生，大里農會再度商請相關人員與會，五月張主任督導植病系相關人員至大里地區水蕹菜栽培田勘察，並攜回發生萎凋問題之土壤、田水及蕹菜病株等樣品，經相關人員多方求證後確認造成水蕹菜植株失水狀萎凋之主因是病因性，而非污染所致。

三、病原菌鑑定

由台中縣大里、烏日及南投名間、竹山等地之水蕹菜栽培區攜回萎凋狀病株，經病組織分離，所得之細菌以水蕹菜進行接種試驗，之後再從人工接種已產生萎凋病徵之水蕹菜病株分離病原菌，完成科霍氏法則，確認造成水蕹菜萎凋病徵之病原爲細菌。此細菌在TTC（triphenyl tetrazolium chloride）培養基上形成中央爲粉紅至紅色，外圍白色具流質狀之典型青枯病菌菌落，再經病原菌特性分析及鑑定等試驗，確知該病原細菌爲青枯病菌，青枯病菌原名爲*Pseudomonas solanacearum*，1992年改爲*Burkholderia solanacearum*，1995年改爲*Ralstonia solanacearum*)。

四、青枯病之特性

由青枯病菌所引起的細菌性萎凋病(bacterial wilt)又稱青枯病，分佈遍及全世界，是熱帶及亞熱帶地區發生相當普遍且頗具威脅性的植物細菌性病害之一。台灣氣候高溫多濕，青枯病發生也相當普遍且嚴重，已有多種經濟作物受其危害(如番茄、茄子等)，造成損失頗鉅，尤其在夏季，青枯病常是作物栽培上的重要限制因子。

作者：許副研究員秀惠
聯絡電話：04-23302301轉515

◀水蕹菜田間萎凋病徵

◀青枯病病徵▼

五、蕹菜青枯病發生調查

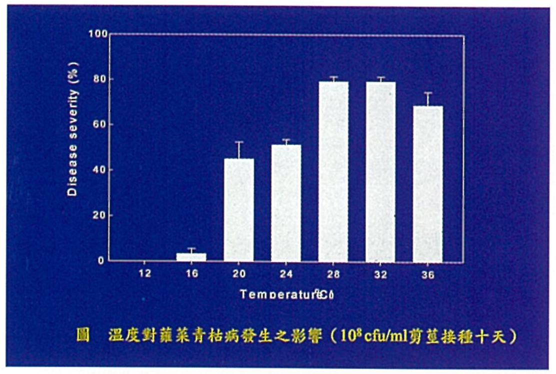
大里地區水蕹菜青枯病最初發生於民國86年，初期發生比率極低，因而被栽培者所忽略，之後發生比率逐年增加，直到88年發生面積大增時才被栽培者注意， 89年時大里地區之水蕹菜栽培田幾乎到處可見青枯病發生，除台中縣大里地區栽植之水蕹菜發生青枯病外，在台中縣烏日及南投縣名間、竹山等地之水蕹菜栽培地區也相繼發現植株失水狀萎凋的現象，除水蕹菜外，台中軍功里種植之陸蕹菜也發現青枯病，但發生比率極低，其他栽培區正調查中。

六、青枯病之病徵

青枯病危害造成的病徵爲急速萎凋、矮化和葉片黃化等。在春、夏、秋季高溫多濕，及雨後放晴時常可見原本翠綠的植株，在幾天之間葉片突然失水下垂，急速萎凋死亡，但罹病植株仍保持綠色呈青枯症狀，故將本病稱爲“青枯病”。若剖開病莖用手擠壓病莖，會在病莖的斷面溢出白色的菌泥(ooze)，但因水蕹菜爲空心之植物，所以菌泥不明顯。若將罹病莖剪成小段，丟入盛有清水之透明玻璃杯，靜置數分鐘後，可看到病莖周圍湧出乳白色的煙紋，此乳白色的煙紋乃是本病之病原菌所組成，若具有上述現象，並已排除水蕹菜原具有乳汁現象外，則可推斷爲青枯病。(如圖)

七、青枯病菌之寄主範圍

青枯病菌的寄主範圍非常廣泛，共可危害50多科數百種植物，包括蔬菜、果樹、觀賞植物、花卉及多年生的木本植物等。目前台灣已發現青枯病之作物已有20多種，包括蕃茄、菸草、馬鈴薯、甜椒、茄子、篦麻、胡麻、落花生、天堂鳥、火鶴花、銀柳、洋桔梗、絲瓜、苦瓜、番茘枝、蓮霧、蘿蔔、康富利、紫蘇、草莓、黃麻及蕹菜等。



▲溫度對蕹菜青枯病發生之影響

八、溫度對蕹菜青枯病發生之影響

溫度試驗結果顯示16℃至36℃下均會發生蕹菜青枯病，但以20～36℃發生較嚴重。接種4天後於20～36℃接種之植株莖部接種處呈現壞疽，部分植株於24～32℃之接種處附近之葉片出現失水枯萎之病徵，爾後下位葉亦出現失水之病徵，其中以28及32℃病徵較明顯；接種7天後，於20～36℃接種之植株葉片出現失水枯萎病徵，而28、32、36℃處理之大部分植株萎凋死亡，部分植株莖基部有黑褐色腐爛現象，於20、24℃之處理僅有部分植株萎凋死亡，16℃處理之植株有少許葉片出現失水枯萎之病徵，持續至14天仍未萎凋死亡，而12℃接種植株於接種後14天仍未出現病徵。

九、抗青枯病品種篩選

從本所種原室及鳳山分所共取得蕹菜品種59種，包含白籽竹葉蕹菜，青骨蕹菜，白骨長尖葉蕹菜，青骨竹葉蕹菜，竹葉種蕹菜，朴子產竹葉蕹菜，屏東大葉蕹菜，泰國種(大葉種)蕹菜，桃園一號蕹菜，長尖葉種蕹菜，屏東本地種蕹菜，竹葉種蕹菜，青骨蕹菜，屏東竹葉蕹菜，西螺尖葉蕹菜，白蕹菜，竹葉蕹菜，台中中葉種蕹菜，白骨青葉蕹菜，泰國種蕹菜，Rau Muong，竹葉青蕹菜，竹葉青梗蕹菜，Chiao Ho，長針葉蕹菜，尖葉蕹菜，青骨竹葉蕹菜等等，進行抗青枯病篩選試驗，結果顯示59種蕹菜僅數個品種出現中抗等級，其餘均為感病等級。

▲青枯病病徵

十、青枯病危害造成之經濟損失

經調查中部地區水蕹菜每年於2月間種植後，於3月間只零星發生青枯病，但當農民開始採收水蕹菜後，青枯病即快速蔓延，且病害發生比率隨著採收次數之增加而增加，尤其遇到雨後放晴的氣候，水蕹菜青枯病發生更為嚴重，因此青枯病於4月梅雨後發生相當普遍。一般水蕹菜一年可採收8次，但因青枯病發生，農民一年只能採收5-6次，嚴重者甚至一年只能採收3-4次，甚或只採收1-2次，而且每次採收所得總菜量均大幅減少。另外，農民採收蕹菜時必需花費更多時間去除病株。以每台斤可賣10至30元的價錢而言，一分地每次採收3,500台斤計算，若少收一次，農民至少損失35,000元以上，因此水蕹菜發生青枯病對菜農造成之經濟損失頗大。

●感謝種原室范明仁主任及鳳山分所陳甘澍主任提供蕹菜種子及菌。

唐菖蒲 台農一號之育成

◎農試所園藝系　戴廷恩、蕭吉雄

◀粉紅色系、大輪花

唐菖蒲（Gladiolus）為鳶尾科花卉之一，原產於地中海及南非。其栽培歷史雖僅有百餘年，卻已擠身於重要花卉之列。考其原因乃由於唐菖蒲具許多其他球根類所無之特點：諸如花色豐富、栽培容易、花期長、栽培成本低廉，球莖易於保存及產期調節，切花及球根包裝運輸方便不易損傷等優點，均遠非他種花卉可比。唐菖蒲因為各國的品種改良結果，種類繁多，育種從英國開始，傳到法國、德國、荷蘭而到美國。唐菖蒲育種歷史上影響最大之一的*G. primulinus*原生種，在熱帶非洲維多利亞湖旁發現，1890年首次在英國Kew Gardens開花，因花型、花色均良好，性質強健，球根繁殖快，遂成為重要的親本。目前許多商業品種均有其血統混雜其中。

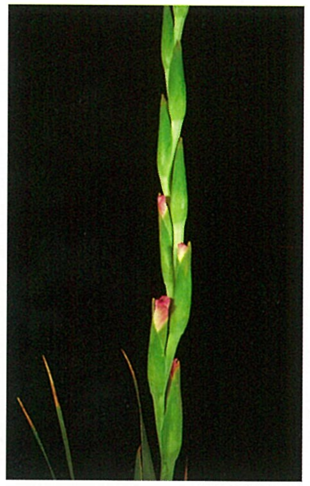
臺灣唐菖蒲栽培始於日據時代，當時引進之品種極少，一般流行民間栽培僅有P.W.Sission一種（農民俗稱為porter），此品種之小球莖（cormel）增殖極為快速，但有花穗短、花數少、花色不佳等缺點。光復後，由臺灣大學園藝系開始引種，1951年自日本引入14種，1953年及1956年鄒梅氏先後利用香港友人自荷蘭輸入60種深色優良品種。1957年3月臺灣大學園藝系藉與美國加州大學合作之便，經Dr.R.E.Baker協助，以台灣菊花幼苗為交換條件，由美國農部Emsweller氏處引進200品種，其後臺灣大學理學院林耀堂氏並自西德攜回40品種。之後，因臺灣大學園藝系杜賡甡教授移民加拿大，品種因而漸漸消失。約10至20年前，由政府與民間共同合作引種，於彰化縣農會所屬之北斗花卉中心及行政院農業委員會種苗改良繁殖場（前臺灣省農林廳種苗改良繁殖場），試種觀察並經篩選後，開始栽培，部份品種目前仍為栽培主流。

目前唐菖蒲已成為台灣三大切花之一，栽培面積佔第二位，每年約700至800公頃，為普受生產者及消費者喜愛的大眾切花。但產業發展上仍有下列瓶頸有待改進：1.目前栽培品種均由國外引進，並沒有一個真正由國人自己育出，能溶入台灣環境的品種，且種球品質受制於進口國，每年耗費大量外匯；2.部分品種吸水性不佳，以致於冷藏

作者：戴助理研究員廷恩
聯絡電話：04-23302301轉336

後，開花性狀不良；3.首腐病及灰黴病等主要病害之危害；4.市場對於不同色系品種之需求。近年來，政府將球根花卉列為重點目標之一，積極發展建立繁殖生產體系，而選育自有品種則為最上游工作之一。基於球根花卉生產體系建立之必要與急迫性，本所乃積極從事唐菖蒲品種之選育工作。

由引種、雜交授粉開始，以切花壽命長、觀賞天數長、吸水性佳且耐冷藏、花穗長可達一級花外銷標準（1公尺以上）、耐首腐病及灰黴病等主要病害及新花色等為主要育種目標，歷經十二年田間觀察與留種繁殖，選育唐菖蒲優良品系E9，切花品質可與荷蘭進口之商業品種相當。本（八十九）年五月十二日於農業試驗所，經農業委員會延



◀花梗直立、花苞排列緊實

聘學者及專家審查結果，獲出席委員全數同意，正式命名為「唐菖蒲台農一號」。

為使農民瞭解新品種「唐菖蒲台農一號」之優良特性與栽培及管理注意事項，特專文分述如下：

▲89年5月12日，於農業試驗所田間審查

一、品種特性

㈠成熟期：由種球定植日起至第一支花可採收約需生育日數75-90天，屬中晚生品種。

㈡株型：株高（切花時，由土表至最上位葉之高度）約85-90cm，葉長平均約50-60cm、葉寬平均約4-6cm，葉色墨綠，葉質較硬，開花時葉片數約8-9片。

㈢花色為粉紅色系（花瓣外緣粉紅色，中央為淺淡黃色），小花排列緊密、露蕾至花開時間長，觀賞期長。依三號開花球（球周徑約8-10cm），花莖直徑約8-13mm、花莖長約110-130cm可達外銷一級切花標準、花莖重約120-150g、小花數約14-15朵、小花部位長約35-45cm、花徑約9-11cm。

㈣切花壽命約9-11天。夏季切花生產，低溫冷藏應注意保鮮處理，且冷藏時間不宜過久，以免影響開花品質。

㈤產量：以三號球每公頃200,000球為標準，每公頃約可採收180,000-200,000支切花。

㈥種球增重率：約2-3倍，收穫木子數（直徑>0.5mm）：約25-40粒/球

㈦抗首腐病，對灰黴病稍具抗病性。

二、栽培及管理注意事項

㈠適合於台灣主要唐菖蒲產區（台中縣后里鄉、彰化縣北斗鎮等）栽培。依一般唐菖蒲栽培方式行田間管理，后里地區為雙行畦種植，北斗地區為三行畦種植，為避免土壤病害，必須與水田輪作。

㈡球莖具有休眠性，種植前需冷藏約三個月左右以打破球莖之休眠。亦可利用低溫貯藏，抑制萌芽，以配合季節需求調整栽培。

▲小花數約14-15朵

㈢生育過程中有四個時期應注意施肥：種植前（基肥）、二葉至三葉期（花芽分化）、五葉至六葉期（花芽發育）、切花後（子球養成）。對氯及氟很敏感，土壤中含量過多易引起葉尖枯萎而影響品質。

㈣全年皆可栽培，尤以九月至翌年四月之春、秋及冬季為最佳種植時期，七至九月之夏季栽培亦有一定程度之耐熱性，若欲以低溫冷藏以調節出貨，應注意保鮮處理，且冷藏時間不宜過久，以免影響開花品質。注意颱風季節防風，以避免傾倒，影響切花品質。

㈤開花後約經二個月，球莖成熟。當葉片黃化1/3至1/2時，可掘出球莖收穫。如待葉片完全枯後採收，木子易脫離而留在土壤之中。

㈥病害方面主要有灰黴病、首腐病、萎凋病等，蟲害方面主要有根蟎、葉蟎、薊馬類、金龜子及其他蟲害等。病蟲害防治，請參考植物保護手冊推薦藥劑與防治方法處理。

巴西洋菇木屑栽培

◎農試所植病系　吳寬澤

一、前　言

巴西洋菇原產於巴西首都聖保羅兩百公里郊外，一個山地叫做皮耶達提(Piedade)的地方，當地居民自古以來經常食用這種菇類，其癌症、成人病等現代病的發生率非常的低，而受到當地日裔古本隆壽先生的注意，於是在1965年將它引進到日本的岩出菌學研究所加以研究，於1967年經由比利時籍海寧曼博士鑑定屬於蘑菇科蘑菇屬，學名為 *Agaricus blazei* Murill。岩出菌學研究所經過十年的研究，於1975年研發出「畦床栽培法」，即利用稻草或甘蔗渣製成堆肥，接種菌種，再以土覆蓋作成畦床。一直到1992年日本成功的利用甘蔗渣製成菌床，進行箱栽，可以在溫室中週年量產，這種菇類被日本命名為「姬松茸」。近年來在日本各地、各公司及中國大陸南部、原產地巴西，都開始研發新的栽培技術及利用方法。

巴西洋菇的成分及藥理效果首先在美國受到注目，賓州大學辛登教授與蘭巴特研究所蘭巴特博士進行關於制癌作用等藥效的研究發表之後，使巴西洋菇一夜成名。日本在1981年藥理學會發表了具有抗腫瘤性的巴西洋菇多醣類研究，而開始備受矚目，其後有關此類的研究陸續被發表，而且有許多治療實例及使用者的效果之報告，美國前總統雷根罹患癌症時，因持續服用這種菌類，而出現顯著治療效果，因此更提高了它的知名度，如今則成為具有抗癌作用及強化免疫的食品，進而應用在愛滋病的治療上。

作者：吳助理研究員寬澤
聯絡電話：04-23302301轉505

日本雖然栽培成功，但產量仍供應不足，目前經由大陸進口，也擬向台灣購買，但本省過去僅有少數業者栽培，且產量不佳，目前幾乎無人肯投資栽培，因此值得開發，但是以傳統稻草栽培，由於稻草容易受重金屬鎘之污染，因此在大陸及台灣常導致菇體吸收過量的鎘，所以計畫利用木屑取代稻草來栽培巴西洋菇，希望能減低或避免鎘之污染問題。

二、巴西洋菇木屑栽培

巴西洋菇木屑栽培分為兩階段：㈠木屑太空包培養，㈡箱栽。

㈠巴西洋菇木屑太空包培養

首先以木屑太空包培養巴西洋菇菌絲，先將木屑加入少量米糠進行堆積處理約一個月以上，期間需經過數次翻堆，使其較為腐熟之後，再添加米糠及碳酸鈣，混合均勻並調節含水量為67%，然後製成每包1.2公斤重之太空包並經過滅菌，接種巴西洋菇麥粒菌種，於25－27℃室溫下培養。培養初期，菌絲生長良好而旺盛，而生長達太空包2/3時，生長速度較為遲緩，但菌絲變得濃密而太空包呈現很紮實，約二個月時間菌絲長滿太空包。

㈡巴西洋菇箱栽

下一個步驟是將長滿菌絲之太空包脫去塑膠袋成為裸包菌塊，然後進行箱栽。其方法是利用底部有通氣孔且內徑為58×39×19cm之塑膠箱，於底部舖一層紗布，將裸包菌塊分成兩組處理平均排放於箱內，第一組將六個完整裸包菌塊平均交錯置於箱內，第二組同樣取六個裸包菌塊，每個裸包菌塊用手剝成四小塊，再平均排放於箱內。然後兩組處理同樣以泥炭土經添加碳酸鈣並調節含水量約為70%，再將

其覆蓋於裸包菌塊之上約5cm 厚，覆土後在其上灑水少許，將栽培箱置於栽培室內，控制室溫23℃及75％RH並通氣循環。一週後，於土表蓋上報紙並在其上洒水保濕，並隨時注意覆土濕度和補水，再經過12天，80-90％土表長有菌絲，即進行扒土，將土表連同菌絲扒鬆再洒水並蓋上報紙，然後調整室溫爲24℃及RH 80％。再經過兩天，土表菌絲重新生長良好並有氣生菌絲，再兩天後，將報紙掀去並於覆土上洒水，同時設定栽培室爲24℃及85-90％RH，其後每2-3天補水一次，以保持覆土濕度。自箱栽覆土一個月後，開始有小菇蕾產生，經四、五天生長發育即可採收，單一菇體重量可達200公克，約2.5個月後才大量出菇，七個栽培箱共計長了110個左右的菇體，但只有70％可以生長發育成熟，平均菇體重量約爲37公克，在大量採收之後一週，土表上又產生許多小菇蕾，立即進行補土約1.5-2cm厚，並注意補水，數天後又開始採收，往後則陸續零星出菇，總採收期爲兩個月。第一組處理之平均每箱產菇20個，平均單位產量爲826公克/箱，平均生物效率爲34.8％/箱，而最高產量可達1,118公克/箱，其生物效率爲47.1％；第二組處理之每箱平均產菇15個，平均產量爲662公克/箱，平均生物效率爲27.9％/箱，而最高產量823公克/箱，其生物效率爲34.6％，經分析得知第一組處理方法，即以完整的太空包裸包進行箱栽可獲得較高的產量。如將此木屑栽培結果與之前以稻草栽培者比較，稻草栽培的平均生物效率只有12.0％，最高生物效率爲39.0％，則木屑栽培似乎有較高的產量。此外，此次木屑栽培採收之巴西洋菇經分析結果，其菇體之鎘含量較稻草栽培的爲低，顯示以木屑栽培巴西洋菇應可降低重金屬鎘的吸收量。所以綜合以上結果，利用木屑栽培巴西洋菇將是未來另一可行之路。

三、未來研究方向

台灣約在十多年前曾有業者栽培過巴西洋菇，但當時產量逐年減少，不合經濟效益，以致後來業者興趣缺缺，目前巴西洋菇變成炙手可熱的菇類，使得最近不少公司及研究機構掀起一股研究熱潮，大多數以液態發酵培養開發爲保健食品，但因應未來市場的需要及潛力，也應研發利用栽培生產具食用性之菇體，作爲鮮銷、加工或醫藥之用。本研究利用木屑栽培巴西洋菇，不但可以省去稻草堆肥製作之繁瑣費時程序，亦可減少或避免重金屬鎘的吸收污染，由於是初步研究，仍有許多待改進之處，如太空包菌絲培養基質改良、太空包裸包箱栽的時機、裸包排放箱內之方式、覆土、箱栽之環控技術及提高品質與產量都將是未來研究的方向。

四、參考文獻

水野卓/著、施聖茹/譯，1998，姬茸的抗癌奇蹟，193頁，世茂出版社。

水野卓/著、劉雪卿/譯，1999，巴西蘑菇的抗癌奇蹟，173頁，世茂出版社。

水野卓、川合正允/著、賴慶亮/譯，1997，菇類的化學、生化學，409頁，國立編譯館出版。

後藤重則，1998，巴西蘑菇驚人的臨床報告，239頁，正義出版社。

植物營養與土壤診斷

施肥推薦工作之重要性

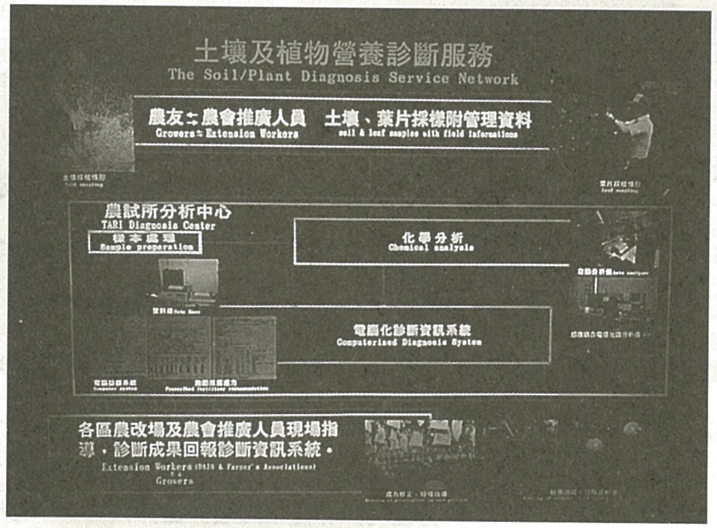
◎農試所農化系　王鐘和、林毓雯、黃維廷、張愛華、林木連

一、前　言

動物要生存需要攝取營養分，瞭解各種食物所含之營養成份，規劃攝取均衡適當的飲食，可使人類獲得生存必需的營養分，也是維持身體健康之重要手段，定期健康檢查，明白身體的健康情形，適時針對察覺之毛病給予治療，更是保障健康之不二法門。同樣地，植物生長也需要營養分，植物從其生長環境之空氣、水及土壤中吸收生長所需之營養分，瞭解上述環境因素之品質及供應營養分之能力，配合植體營養成分含量之診斷，則是確保植物生育良好，獲得高產量及高品質農產品之必要手段。

二、植物營養與土壤診斷服務現況

台灣地區以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的施肥量(表一)。並於各試驗改良場所成立土壤速測站，服務農民，近年亦已完成果樹及茶樹等高經濟作物之土壤與葉片營養診斷技術的建立與應用服務。農業試驗所與各區農業改良場聯合成立土壤及作物營養診斷服務網，由各區農業改良場負責指導農民採送樣品及現場的施肥指導及複勘工作，農試所土壤與植體分析服務中心則負責各項分析工作，並已發展出之一套營養診斷與施肥推薦的電腦軟



圖一、土壤及植物營養診斷服務網

作者：王副研究員鐘和
聯絡電話：04-23302301轉421

表一、水稻及玉米之土壤有效磷、鉀速測值與氮磷鉀三要素推薦用量

作物別	氮素推薦量（公斤／公頃／作）	土壤有效磷（白雷氏第1法）等級	速測值（ppm）	磷酐推薦量（公斤/公頃/作）	土壤有效鉀等級	速測值（ppm）	氧化鉀推薦量（公斤/公頃/作）
水稻（梗稻）	中南東部	極低	0～10	一期70～80	極低	0～45	一期 60～70
	一期110～140			二期50～60			二期 80～90
	二期100～120	低	11～30	一期60～70	低	46～90	一期 50～60
	北部			二期40～50			二期 60～80
	一期100～120	中	31～65	一期40～60	中	91～150	一期 30～50
	二期 90～110			二期30～40			二期 40～60
（秈稻）	一期130～150	高	66～175	一期20～40	高	大於150	一期 0～30
	二期100～120			二期 0～30			二期 0～40
		極高	大於175	一期 0～30			
				二期 0～20			
玉米		極低	0～50	早熟75～110	低	小於150	早熟50～75
早熟種	秋裡作120～160			中熟100～150			中熟70～100
中熟種	秋 作150～200	低	51～100	早熟35～75	中	150～200	早熟25～50
	春 作100～150			中熟50～100			中熟35～70
甜玉米	100～140	中	101～180	早熟35	高	大於200	早熟0～25
				中熟50			中熟0～35
		高	大於180	早熟0～35			
				中熟0～50			

（資料摘自農委會、農林廳編印之作物施肥手冊）

表二、葉片營養診斷各種果樹葉片樣品之採樣時期及部位

作物種類	採樣時期	採樣部位
柑橘類	八月下旬～九月上旬	當年生春梢非結果枝且爲停止梢枝條的第三或第四葉，每樹東西南北向各取一葉，每園50～100片
葡萄	夏果三～四月(萌芽後30-40天，約50%以上開花)	選結果枝條葉片數10-14片者，採留果穗後第二葉，每園50片
	冬果八～九月(萌芽後22-28天，約50%以上開花)	同夏果
梨	平地三～四月間 山地四、五月間 (東勢、卓蘭高接梨五月中旬～下旬；梨山溫帶梨六月中旬～下旬)	短果枝新成熟葉，每果園100片
桃	一～二月(選果實於三～四月間可採收者)	當季生長之枝條基部成熟葉(頂下第三葉)，每果園100片
枇杷	一～二月間果實生育中期	當年生結果枝成熟葉，由結果處往下約第5-8葉
楊桃	七月間	當年生非結果枝成熟葉
芒果	二月上旬～三月上旬(盛花期)，如有兩次開花期於第一次採樣	最近成熟之頂梢中段葉片(須爲不開花且尚未萌發新梢者)
蓮霧	八～九月上旬及吊鐘期(幼果期)	採枝條(吊鐘期採結果枝)第二或第三葉剛成熟之葉片
番荔枝	二期果五～六月中旬 一期果十二月上旬～中旬	非結果枝第四～五葉
荔枝	二～四月（開花期）	採樣部位爲花穗下段剛成熟葉片全樹東西南北四方位均採，每果園逢機選採10-20株，計約80-120片葉子合成一樣本

• 農業化學 •

體，進行診斷施肥推薦之服務工作(圖一)，針對我國主要經濟果樹：柑桔、葡萄、梨、桃、枇杷、楊桃、芒果、蓮霧、番荔枝及荔枝等十餘種，搜集國內外之相關資料建立各種果樹葉片營養診斷技術，各種果樹葉片樣品之採樣時期及部位之資料如表二，指導農民施行正確的採樣技術。並建立各種果樹之各種營養元素適宜濃度之暫行標準值(表三及表四)，供以診斷各葉片要素濃度之豐缺程度。並據以診斷及推薦適宜合理的施肥。

表三、各種果樹葉片氮、磷、鉀、鈣、鎂要素適宜濃度範圍暫訂標準

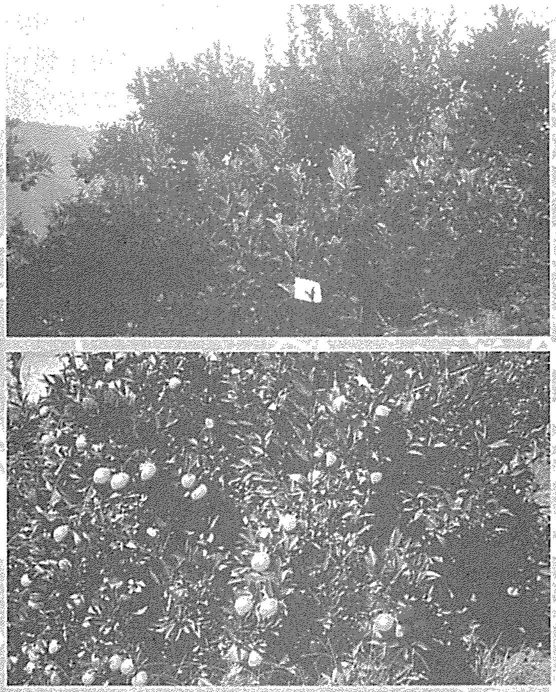
種類	品種	要素 氮 (%)	磷	鉀	鈣	鎂
柑桔	椪、桶柑	3.0-3.2	0.12-0.18	1.4-1.7	2.5-4.5	0.26-0.50
	柳橙	2.9-3.1				
	文旦	2.2-2.5				
葡萄	夏果	2.1-2.6	0.16-0.22	0.7-1.2	1.0-2.0	0.26-0.50
	冬果	2.4-2.8		0.9-1.6	2.0-2.7	
梨、桃		2.0-2.6	0.12-0.20	1.2-2.0	1.25-2.0	0.27-0.50
枇杷		1.4-1.6	0.12-0.20	1.0-1.8	0.8-1.5	0.18-0.30
楊桃		1.65-2.6	0.10-0.18	1.2-1.9	1.5-2.0	0.60-1.00
芒果		1.4-1.7	0.10-0.15	0.9-1.2	1.0-1.8	0.20-0.35
蓮霧		1.26-1.5	0.10-0.12	1.15-1.45	1.60-2.0	0.16-0.20
番荔枝	一期	2.4-3.2	0.10-0.14	0.5-1.0	0.7-1.0	0.35-0.55
	二期	3.0-4.0	0.18-0.22	1.4-2.0	0.2-0.7	0.34-0.86
荔枝	黑葉荔枝	1.06-1.09	0.12-0.27	0.70-1.00	0.60-1.00	0.30-0.50
	糯米荔枝	1.50-1.75	0.08-0.12	0.55-1.00	0.60-1.00	0.30-0.50

表四、各種果樹葉片微量要素適宜濃度範圍暫訂標準

種類	品種	要素 硼 (ppm)	銅	鐵	錳	鋅
柑桔	椪、桶柑	25-150	5-16	60-120	25-200	25-100
	柳橙					
	文旦					
葡萄	夏果	30-100	5-20	70-100	25-200	20-140
	冬果					
梨、桃		20-150	10-20	35-200	30-200	20-90
枇杷						
楊桃						
芒果			5-20	60-120	30-200	20-100
蓮霧		30-80		100-150	40-120	30-50
番荔枝	一期					
	二期		5-25	40-70	200-350	15-25
荔枝		25-60	10-25	50-100	100-250	15-30

三、果園土壤與植體營養診斷施肥推薦實例

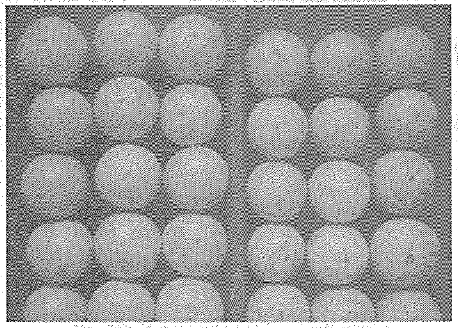
表五係一處柑桔園之診斷實例，表中顯示該處果園土壤有機質偏低，建議多施有機質肥料或草生栽培以提高土壤有機質。此外，葉片氮濃度2.88%，較適宜範圍之3.00-3.20%低，建議較慣用量增施1/4至1/3；鉀含量1.10%，較適宜範圍1.40-1.70%低，建議較慣用量增施1/6至1/4；銅含量4ppm較適宜範圍5.0-16.0ppm低，另外鋅含量23ppm亦較適宜範圍之25-100ppm偏低，應注意是否有銅及鋅缺乏徵狀，審慎適當補充銅肥及鋅肥。本項果園土壤及葉片營養診斷服務工作自民國77年起提供服務，每年均有數千家農民接受土壤測定及葉片分析工作，藉此農民已可瞭解其農地土壤肥力及植物體營養元素含量，並接受科學化合理化的肥料施用推薦，不但得以培育健全的土壤，加強永續性的農業生產，更可減少病虫害防治及不必要的肥料浪費，並因而降低生產成本，提高農產品的質量，增加農民收益，因此本項工作推行以來頗獲好評，成效卓著，應積極繼續推行。圖二為作物營養診斷應用於施肥推薦之例子，圖二顯示農友過量施用氮肥導致柑橘葉片生長過度，雖葉色濃綠但結果量少且品質不佳(上)，經輔導減少氮肥用量顯著提昇結果量及品質(下)，圖三顯示氮肥施用過量柳橙果實小且品質不佳(右)，減少氮肥用量，顯著提高產量及果實品質(左)。



圖二、氮肥施用過量柑橘葉片濃綠結果數少(上)，減少氮肥用量增加結果量(下)

四、結　語

土壤速測與植物營養診斷技術的應用，可顯著改進作物的合理化施肥技術，提升農產品的品質與產量，不但使得農民及消費者均得到直接的益處，也使我國農業更具競爭力，以因應加入WTO後，來自各國農產品之挑戰。此項工作的推展不僅使得作物栽培的肥培管理技術更加科學化合理化，更因而維護農地、作物及人類的健康，達到兼顧生產與生態維護，永續性農業發展的目標。今後應擴大宣導、鼓勵農民踴躍與農政單位配合，積極推展此項施肥診斷服務至各種重要經濟作物。



圖三、氮肥過量柳橙果實小且品質不佳(右)，減少氮肥用量提昇果實品質及產量(左)

表五、柑桔園施行土壤及葉片分析營養診斷與施肥推薦

土壤葉片分析診斷結果　台灣省農業試驗所　12/27/96

果園編號：860688
果樹種類：柑桔　期作：　果樹品種：椪柑　樹齡：30
農戶姓名：涂張雲　農戶地址：台中縣豐原市南嵩里坪頂巷13號
採樣日期：09/12/85　果園地點：
每公頃株數：400
地　　勢：梯田　坡度：
灌溉設施：噴灑
土層深度：（公分）
天然災害：
過去產量：108（公斤/株/年）
病蟲害情形：
防治情形：
生育情形：
* 過去肥料慣用種類及施用量（公斤/株/年）：
化學肥料：
氮素：0.4　磷酐：0.5　氧化鉀：0.8
有機質肥料：
花生粕：70.0
石灰質肥料：未施

* 土壤理化性質及各要素含量：

深度 cm	酸鹼度	交換性鋁 ppm	有機質 %	CEC *	質地	有效性磷 ppm	交換性鉀 ppm	交換性鈣 ppm	交換性鎂 ppm
0-20	6.0	--	2.3	--	--	401	288	1739	124
20-40	5.8	--	1.3	--	--	314	253	1199	148
40-60	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* CEC（me./100g）陽離子交換能量
*--：未測

分析項目	適中範圍	分析值	等級	修正等級	肥料推薦量及其他建議
氮（%）	3.00-3.20	2.88	低	稍低	按慣用量增1/4～1/3。
磷（%）	0.12-0.18	0.15	中	------	按慣用量。
鉀（%）	1.40-1.70	1.10	低	------	按慣用量增1/6～1/4。
鈣（%）	2.50-4.50	4.00	中	------	不施。
鎂（%）	0.26-0.50	0.36	中	------	同上。
硼ppm	25.0-150.0	75.2	中	------	不施。
銅ppm	5.0-16.0	4	低	------	可能缺銅，應視果園實際情況或經再驗後，審慎推薦，以防銅在土壤中累積。
鐵ppm	60-120	154	高	------	不施。
錳ppm	25.0-200.0	84	中	------	不施。
鋅ppm	25.0-100.0	23	低	------	可能缺鋅，應視果園實際情況或經再驗後，審慎推薦，以防鋅在土壤中累積。若有黃龍病則應優先實施防治措施，再檢討鋅肥效率。

附註：
土壤有機質太低，多施有機質肥料或草生栽培以提高土壤有機質。

以上推薦係屬初診，須經現場人員複診認可或修正後方可執行。複診結果應回報農試所以便存檔。
複診結果：

土壤缺水對水稻植株水分狀態之影響

◎農試所農藝系 黃曙香[1] 楊純明[2*] 張惠娘[2] 蘇慕容[2]

本文研究旨在探討土壤缺水對水稻(臺農67號)植株水分狀態之影響，以瞭解土壤缺水程度與葉片水分潛勢之互動，並以評估稻株水分與水分潛勢之相對關係。根據試驗結果，發現土壤水分潛勢隨著停灌日數的增加而下降，每日平均下降0.14 MPa。稻株葉片水分潛勢與土壤水分潛勢的互動呈現曲線相關，無論在正常或土壤缺水狀態，稻株葉片水分潛勢均低於土壤水分潛勢，兩者亦呈現曲線變化，且葉片水分潛勢的下降幅度比較土壤水分潛勢的落差和緩，平均土壤水分潛勢下降1 MPa只造成約0.8 MPa葉片水分潛勢的降低。葉片水分潛勢與植體相對水分含量關係密切，在本試驗所測定的葉片水分潛勢變化範圍(-0.9~-2.2 MPa)內，植體相對水分含量由77.4%降為67.6%，平均每降低1 MPa減少7.5%水分含量。

一、前　言

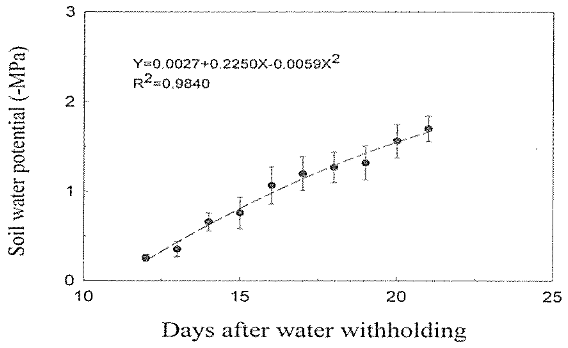
農作物的生產表現同時受到內在遺傳組成及外在環境因子的雙重影響，遺傳組成決定農作物的生產潛力(productivity potential)，環境因子則限制生產潛力的實際發揮。廣義的環境因子包括氣象、土壤、營養、病蟲害、栽培管理措施及天然與人為災害等在內，干擾遺傳組成的彰顯程度及功能良窳，終至於整體產量與品質的呈現。在田間自然狀況下，水分是主導農作物生產最主要的環境限制因素之一，農作物從種子發芽、植株生長、乃至於開花結果等過程無一不受到水分的控制，密切關係人類糧食的需求及供應。

對臺灣地區而言，因降水或灌溉不足引起的乾旱是排名第三位的農業氣象災害，造成平均每年近九千五百萬元的農業經濟損失，僅次於颱風的十億八千七百萬元及水患的三億八千九百萬元(楊，1995)。乾旱係因長期降水或灌溉短缺導致土壤水分匱乏無法維持農作物所需的土壤水分狀態，為全世界約74萬公頃非灌溉水稻栽培地區最重要產量限制因子，其對水稻生產的影響端視缺水發生時期、缺水程度及缺水期長短而定，並改變土壤礦物離子的平衡與供應(Klute, 1973; Leihner and Cock, 1977; Ponnamperuma, 1972; Rawlins, 1976)及促進雜草的競爭(Cruz et al., 1983; De Datta et al., 1976)，使得乾旱問題的解決更添複雜性與困難度。然而，此一情境亦反映出研究農作物對乾旱反應機制的必要性及解決乾旱問題的重要性，據以減輕旱害災情和保障農民收益。

本項試驗旨在探討土壤缺水對水稻(臺農67號)植株水分狀態之影響，由水分潛勢(water potential)的追蹤以瞭解土壤缺水程度與葉片水分潛勢之互動，並由植體相對水分含量(plant relative water content, PRWC)的測定以評估稻株水分與水分潛勢之相對關係。

二、試驗方法摘要說明

本試驗以水稻品種臺農67號(Oryza sativa L. cv. Tainung 67)為試材，在座落於臺中縣霧峰鄉之行政院農業委員會農業試驗所農場進行盆栽缺水試驗。將3週齡稻苗移植於長1.1 cm、寬1.0 m、高0.55 m黑色塑膠盆內(2000/06/09)，每一塑膠盆填土0.4 m深且種植28株，行株距為0.3 m×0.15 m。總計7塑膠盆，平時裸露大氣中，一如田間栽培狀況，於下雨時遮蔽於軌道式透明塑膠布覆蓋之簡易設施中，避免雨水干擾停灌造成之人為缺水處理。每一塑膠盆施用臺肥39號60 g為基肥，2000/07/14施用臺肥39號60 g為追肥。另於2000/07/03、2000/07/14及2000/07/24分施蘇力菌(1000X)及2000/07/24噴施毒絲本(400X)進行病蟲害防治。



圖一、土壤停灌後水分潛勢之變化

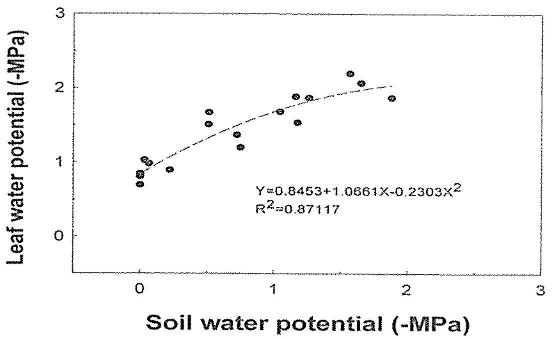
停灌處理自移植後36天開始，至停止灌水後11天(移植後47天)起於每日12:30至14:30期間測定稻株葉片水分潛勢，持續追蹤10天。選取主稈最上位完全展開葉片中間部位，以直徑0.01 m打孔器裁取圓形葉片樣本，迅速置入C-52 Sample Chamber內，經20 min平衡時間再以HR33T Dew Point Microvoltmeter (WESCOR Inc., Utah, USA)儀器量測葉片水分潛勢。採Dew Point Mode方法，將讀值經檢量線方程式換算成葉片水分測值，每盆至少選取3株而以平均值代表。裁取葉片樣本後，隨即取下含葉片與葉鞘之主稈，在稱取鮮重(FW)後置入80℃烘箱內，於烘乾72 h後稱取乾重(DW)，由PRWC= (FW-DW)/FW公式計算植株相對水分含量(PRWC)。另以阻力式石膏塊埋置於土壤深度0.2-0.3 m處，每一盆3個，以Model 5910A Soil Moisture Meter (Soilmoisture Inc., USA)測計讀取阻抗值，再經由檢量曲線換算成土壤水分潛勢測值，取平均值為代表值。為獲取不等土壤缺水程度，另添加若干水量於不同塑膠盆中。

三、結果與討論

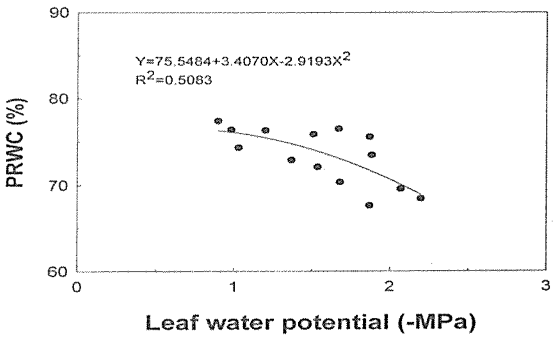
當土壤停止灌水後，由於持續的蒸發與稻株的蒸散，土壤水分逐日遞減。由圖一可看出本項試驗土壤水分散失情形，土壤水分

1 國立中興大學農藝系三年級學生，2000年8月1日至8月31日在行政院農業委員會農業試驗所農藝系作物逆境研究室實習，本文為其實習成果報告。

通訊作者：楊副研究員純明
聯絡電話：04-23302301轉135



圖二、水稻臺農67號葉片水分潛勢與土壤水分潛勢之相關



圖三、水稻臺農67號植株相對水分含量(PRWC)與葉片水分潛勢之相關

潛勢隨著停灌日數的增加而下降，顯示蒸發與蒸散確實明顯的減少土壤可供利用的水分，每日平均下降0.14 MPa。當土壤水分含量不足以供應稻株需求時，稻株的水分含量也將伴隨土壤水分潛勢的降低而減少。圖二描繪出稻株葉片水分潛勢與土壤水分潛勢的互動呈現曲線相關。如圖示無論在正常或土壤缺水狀態，蒸散作用的水分消耗使得稻株葉片水分潛勢均低於土壤水分潛勢，如此的水分潛勢梯度是必要的，藉以維持水分不斷的由土壤抽取至植體內，再蒸散出周遭空氣中。水稻植體將因此散熱以保持常態體溫，避免過高的體溫導致異常生理生化作用的進行及快速的呼吸作用對同化產物的消耗。然水稻比較其他農作物具有旺盛的土壤水分萃取率，因此極易受到土壤缺水的影響(Tanguilig et al., 1987；楊及張，1991)，其溶質調節能力(ability of osmotic adjustment)也較差而維持較低澎壓(turgor)，對於缺水所導致蒸散率減弱而降低葉片水分潛勢及阻滯土壤養分吸收之反應十分敏銳。

又由圖二的曲線變化，發現葉片水分潛勢的下降幅度比較土壤水分潛勢的落差和緩，平均土壤水分潛勢下降1 MPa只造成約0.8 MPa葉片水分潛勢的降低。顯示稻株具有保留植體水分的機制以延緩快速的水分損失。此一功能對水稻甚為重要，因為在土壤缺水狀況下根系周圍水分含量的減少終將無法滿足蒸散與生長需求，非僅改變植株正常蒸散降溫作用而引起體溫異常上升，更將破壞土壤養分的吸收與傳導而干擾常態生理生化過程。快速的水分散失將使得稻株無法及時因應調適，對於短暫或長期的缺水皆造成植體不利影響。在較為緩慢的水分逸失景況，植體可以調降代謝消耗，並縮小氣孔開度以減輕蒸散量，而不致於造成急劇的生理差異。此一延緩植體水分快速散失的現象，可能由溶質調節產生，尚待進一步探究。

由圖三葉片水分潛勢與植體相對水分含量(PRWC)關係，再顯證植體水分含量與水分潛勢間的密切相關，水分潛勢的下降確實反應出水分含量的減少。在本試驗所測定的葉片水分潛勢變化範圍(-0.9~-2.2 MPa)內，植體相對水分含量由77.4%降為67.6%，平均每降低1 MPa減少7.5%水分含量。根據文獻，發生於營養生長期的缺水將可能造成株高、分蘗數、葉面積及稻株乾物質的抑制，甚至延長生育時期，惟若能在抽穗開花前獲得充足水分而恢復正長生長，將不致於嚴重影響產量(Lawlor, 1976; O’Toole and Baldia. 1982. Yambao and O’Toole, 1984; Yoshida, 1981)。對於田間自然狀況下經常出現的短暫缺水現象，通常並未顯著影響稻株生長，因為稻株能夠自我調節適應輕微的缺水。

四、結　語

本試驗驗證土壤缺水將對水稻植體水分狀態造成明顯影響，土壤水分潛勢的下降將同時減少稻株水分含量及水分潛勢，並使稻株出現葉片捲縮乃至於植體枯黃，顯示不等缺水程度引發稻株外觀徵狀之不同改變。試驗結果進一步呈現葉片水分潛勢低於土壤水分潛勢的現象，證實水分潛勢梯度存在於水稻植株作為土壤—稻株—大氣體系的水分輸導通道，在飽和土壤水分含量下近午時分的葉片水分潛勢可低至-0.5 MPa以下。試驗並發現稻株具有延緩水分快速散失的機制，以減輕植體迅速流失水分的壓力，也提供稻株調適缺水衝擊的機會。由植體水分含量與水分潛勢的關係，吾人可以瞭解缺水造成水稻植株水分狀態變化，獲得兩者之間的實質對應關係。

五、引用文獻

楊純明 張富洲 1991. 水稻逆境之探討. 科學農業39(9-10):219-224.

楊純明. 1995. 臺灣地區農業氣象災害(1945-1993)及因應之研究方向. 中華農業氣象2(1):31-35.

Cruz, R. T. and J. C. O’Toole. 1984. Dryland rice response to an irrigation gradient at flowering stage. Agron. J. 76:178-183.

De Datta, S. K., T. T. Chang and P. G. Vicencio. 1976. Prospects for overcoming yield-limiting factors of upland rice. In: Proc. 2nd Seminar on Variety Improvement of the West Africa Rice Development Assoc. Sept. 13-17, 1976. Monrovia, Liberia.

Klute, A. 1973. Soil water-flow theory and its application in field situations. P.9-37. In field water regime. D. Bruce et al., eds. SSSA Special Pub. No.5. Sol Sci. Am. Madison, Wis., USA.

Lawlor, D. W. 1976. Assimilation of carbon into photosynthetic intermediates of water stressed wheat. Photosynthetica 10:431-439.

Leihner, D. E. and J. H. Cock. 1977. Causes for anomalous wet-dry season yield differences in lowland rice. Crop Sci. 17:391-395.

O'Toole J. C. and E. P. Baldia. 1982. Water deficits and mineral uptake in rice. Crop Sci. 22:44-50.

Ponnamperuma, F. N. 1972. Chemistry of submerged soil. Adv. Agron. 24:29-96.

Rawlins, S. L. 1976. The measurement of water content and the status of water in soils. P.1-55. In: Water Deficits and Plant Growth. T. T. Kowzlowski, ed. Vol.IV. Academic Press, New York.

Tanguilig, V. C., E. B. Yambao, J. C. O’Toole and S. K. De Datta. 1987. Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. Plant & Soil 103:155-168.

Yambao, E. B. and J. C. O’toole. 1984. Effects of nitrogen and root medium water potential on growth, nitrogen uptake and osmotic adjustment of rice. Physiol. Plant. 60:507-515.

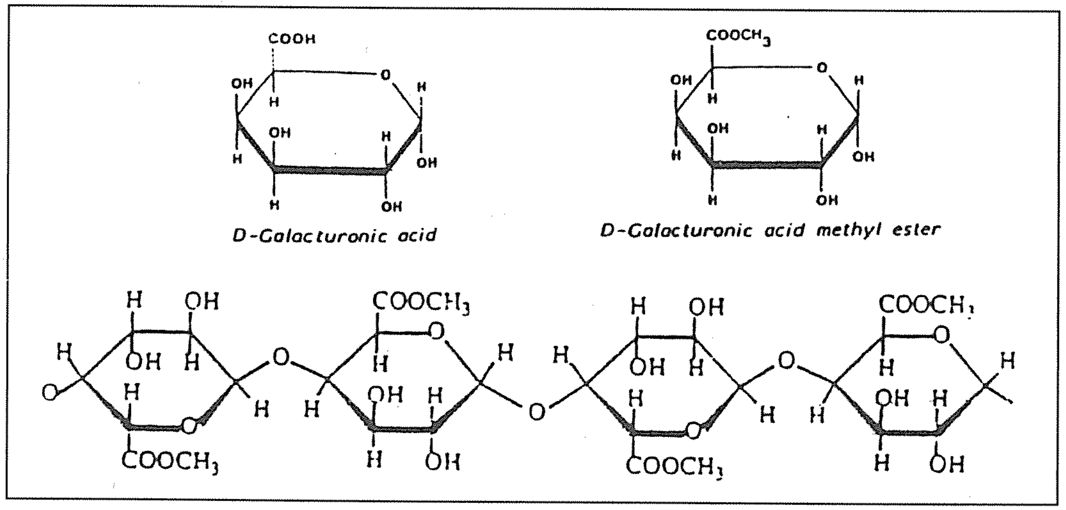
Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. P.65-110. The International Rice Research Institute, Laguna, Philippines.

認識果膠

◎農試所農化系　羅淑卿、林木連

一、何謂果膠

蔬果在食用時感覺具有脆性及滑性，係因含有果膠（pectin）使然，果膠存在植物細胞與細胞間之中膠層內，就如同磚塊與磚塊間的水泥般作爲細胞間之黏結物質，爲一種高分子量聚合體，其成分主要爲α-1,4-D半乳糖醛酸（D-galacturonic acid）爲單體所組成之長鏈，詳細結構如下：



單體之間鍵結稱爲醣苷鍵（glycosidic linkage），其中部分半乳糖醛酸之羧基會與甲醇形成酯鍵，酯化程度因植物種類而異，因而造成高甲酯果膠與低甲酯果膠之分，因此在食品加工上應用時成膠條件亦有別。

果膠質因酯化度不同可分：

(一)原果膠（protopectin）：通常與甲醇結合而成酯化度高之水不溶性果膠，與纖維素等物質有較緊密的結合，形成堅硬組織，存在於未成熟的蔬果中。

(二)果膠酯酸（pectinic acid）：甲基酯化程度較低，爲水溶性或懸浮狀存在於成熟的蔬果中。

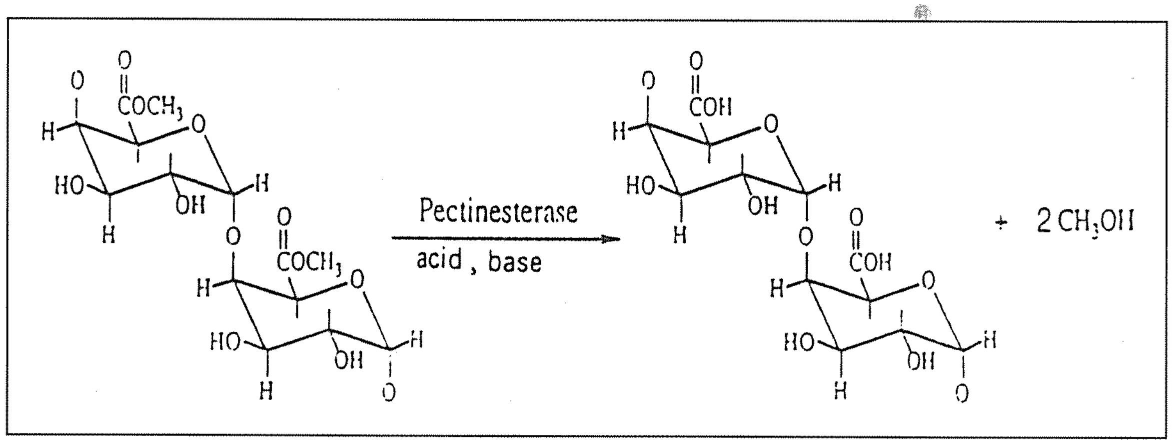
(三)果膠酸（pectic acid）：水果過熟時（over ripening），果膠幾乎爲被去除甲基的聚半乳糖醛酸。

作者：羅助理淑卿
聯絡電話：04-23302301轉432

作用於果膠的酵素中最重要的爲果膠脂酶（pectinesterase，PE）及聚半乳糖醛酸酶（polygalacturonase，PG），PE在植物界中分布甚廣，幾乎所有植物組織中皆含有，在果實成熟過程中活性會漸升高，而PG分布較窄，只存於番茄、梨、鳳梨、酪梨等水果中。草莓等柔軟的果實果膠含量少，蘋果等較硬之果實含量較多。

二、生鮮植物的果膠

蔬果自未熟至成熟時，其組織漸爲軟化，乃由於果膠質之變化而來，其中最大功臣歸功於三酵素Protopcerinase、PE、 PG 之促成，在未成熟的蔬果中，不溶於水的原果膠質與甲醇結合而成高度酯化狀態，在蔬果中造成較硬之質地感，隨著其日漸成熟（包括後熟），PE會將高酯化度的果膠水解，即去酯化成低酯化度的果膠酯酸，其反應如下：



切斷甲氧基的果膠酯酸進一步供PG進行切斷醣苷鍵，而將果膠降解，果實因而軟化。

流程如下：

原果膠（protopectin）
不溶於水，與纖維素等結合（高酯化度）
↓（原果膠酶，protopectinase）
果膠酯酸（pectinic acid）
中性可溶
↓（果膠酯酶，PE）
果膠酸（pectic acid）
可溶於水（酯化度約爲0）
↓（聚半乳糖醛酸酶，PG）
α-1,4-D半乳糖醛酸(D-galacturonic acid)

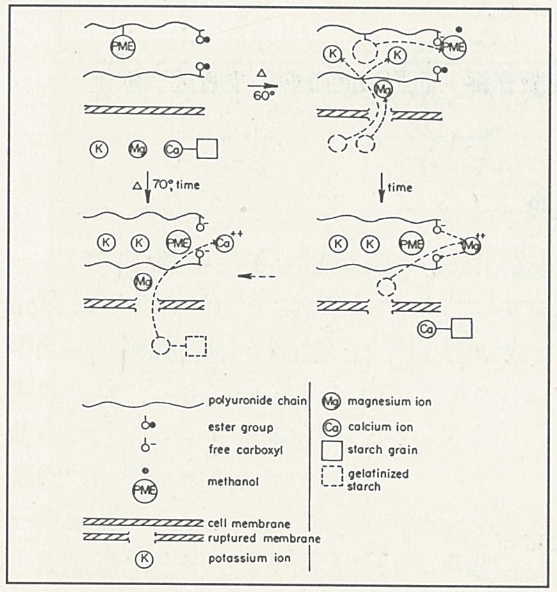
三、烹煮蔬果中的果膠

對一般蔬果而言，高溫烹煮會使其組織硬度快速軟化，即烹煮蔬果時，熱會使蛋白質發生變性，細胞因而死亡，液泡破裂，滲透壓改變，當水分、溶質自細胞中移出或流失，細胞瓦解，熱並可將蔬果中不溶性的原果膠轉變爲可溶性的果膠酯酸，二者皆會造成蔬菜組織的軟化，但有些蔬菜若先以中溫（60～70℃）預煮（或低溫殺菁）處理後，則可使其質地變硬而且可增加其對高溫烹煮的抵抗力，即會表現出較高的耐煮性，有關加熱處理對蔬菜組織硬度變化的影響，整理於下表：

表一、加熱處理對蔬菜組織硬度變化的影響

材料	加熱條件	硬度變化
敏豆莢	70℃預煮20分鐘再以沸水烹煮15分鐘	比直接烹煮者增加1.8倍
花椰菜	70℃殺菁15分鐘並加鈣	比100℃殺菁者增加1.8倍
胡蘿蔔	60℃預煮30分鐘再以沸水烹者20分種	比直接烹煮者增加3倍
蘿蔔	60℃預煮30分鐘再以沸水烹煮20分鐘	比直接烹煮者增加1.6倍
嫩莖萵苣	60℃預煮30分鐘再以沸水烹煮30分鐘	比直接烹煮者增加1.7倍
大黃瓜	70℃預煮20分鐘再以沸水烹煮20分鐘	比直接烹煮者增加2.0倍
瓠瓜	70℃預煮20分鐘再以沸水烹煮15分鐘	比直接烹煮者增加5.5倍

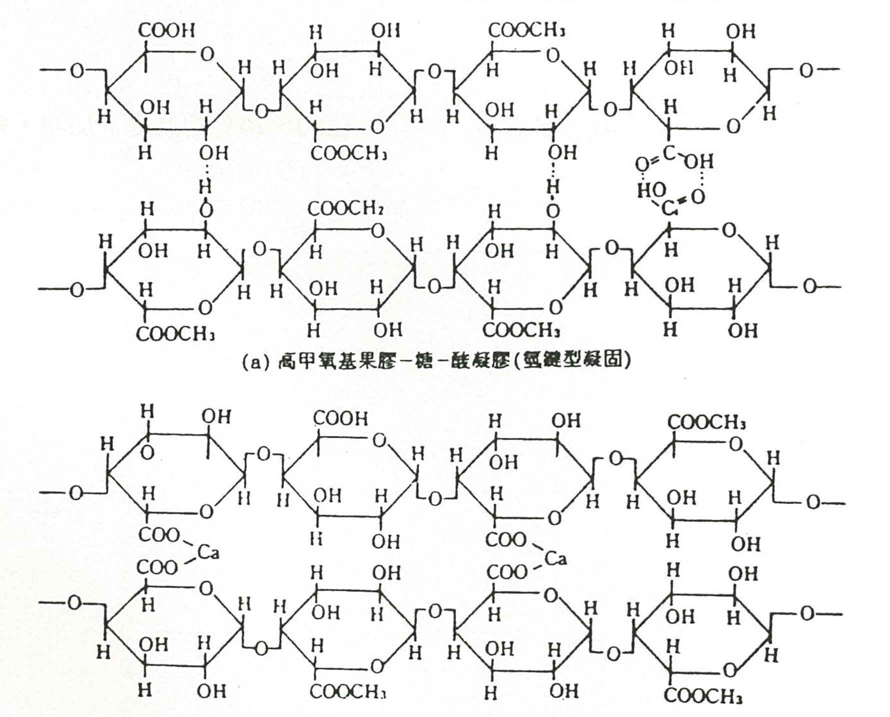
有學者曾指出馬鈴薯中溫預煮硬化效應的可能機制如下圖：



在60～70℃的溫度下加熱，會造成細胞的破壞，使細胞的電解質（主要爲鉀離子）游離至細胞壁而活化PE，PE水解中膠層的果膠甲氧酯鍵，釋出游離羧基，而在不同果膠分子上的游離羧基之間再和內源性的鈣離子結合，而形成鈣架橋使組織硬度的增加。如此即可製作低鹽之醃製食品如蘿蔔乾、脆瓜等避免消費者因飲食而攝入過多鈉鹽。

四、果膠之其他特性及其加工上的利用

果膠本身有形成強凝膠之特別性質，所以在加工上藉以變化加工條件來操縱其特性，達成我們想要的質感。高甲酯化的果膠（大於7%）具有高粘性，但若要成凍，須有一定量之糖、酸相配合，將0.3～0.4%之果膠水溶液加熱後，冷卻至室溫，並不會形成凝膠，但若有酸及糖的存在，酸將pH值調至2.0～3.5，糖加至60～65%之濃度，冷卻後即會產生凝膠，成膠後即使再加熱至100℃左右，膠體亦可維持其網狀結構並不瓦解，爲一熱不可逆凝膠體。此原因爲果膠之羧酸根會於pH7時解離，若加酸使pH下降可抑制其解離發生，而糖的添加可搶水，使果膠分子脫水，果膠分子距離縮短，增加氫鍵之發生機率，果膠形成之三度空間網狀結構，內部包埋了吸了水之糖分子，於是凝膠隨即產生。低甲氧基之果膠成膠無需糖之參予，所以應用於低糖或無糖之果凍製造，作爲低熱量之果醬或果凍，其可於pH2.5～6.5之條件下凝膠，即較不受pH影響，且不需糖之參與即可成膠，但若添加10～20%之蔗糖，形成的膠體質地較佳，若加入鈣離子等二價離子則會使其凝膠硬度提高，所以在一般醃漬胡瓜加入鈣離子，則會使質地脆，口感爲佳。二者凝膠機制如下：



(a) 高甲氧基果膠－糖－酸凝膠(氫鍵型凝固)

(b) 低甲氧基果膠凝膠(離子結合型凝固)

果膠酵素於工業上使用於果汁的澄清，它會將果菜汁內懸浮於汁液中的過量果膠分子切成小斷，使包埋於果膠分子的果汁釋出而碎片會因而沈澱下來，黏稠度降低而方便過濾，亦可增加果汁收率，用於果汁濃縮、水果酒的澄清與蔬果廢物之脫水處理等。單利用果膠者如乳品安定劑及低熱量沙拉食品等。其它，如利用水果中本身含有的果膠及有機酸與糖形成膠凝狀的食品包括果凍、果糕、果醬及果膏等等。